ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JUILLET 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *P. Curie*, pour remplir, dans la Section de Physique, la place laissée vacante par le décès de M. *A. Potier*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **P. Curie** prend place parmi ses Confrères.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Calcul, pour les diverses contextures et épaisseurs de paroi possibles, de la résistance élastique qu'un tuyau sans tension longitudinale oppose au gonflement de la colonne liquide le remplissant.* Note de M. **J. Boussinesq.**

I. La particularité la plus délicate de la théorie des *coups de bélier* et, en général, des ondes liquides où intervient l'élasticité du tuyau contenant une colonne fluide en repos ou en mouvement, consiste dans l'hypothèse, inévitable si l'on veut aboutir, que les anneaux juxtaposés dont se compose le tuyau agissent, chacun pour son compte, sur le fluide intérieur, sans s'influencer mutuellement [1]. Or cette hypothèse ne serait pleine-

---

[1] Voir le précédent *Compte rendu*, p. 8.

ment justifiée que pour un tuyau à fibres annulaires résistantes, mais dont les fibres *longitudinales* seraient, au contraire, *infiniment extensibles* et *compressibles*. Tel serait celui que donneraient, par exemple, la superposition et la juxtaposition, en grand nombre, d'anneaux homogènes sans largeur ni épaisseur sensibles, ou, encore, les enroulements multipliés d'un long fil élastique à spires très voisines, analogue aux trachées des végétaux, anneaux ou enroulements que relierait une sorte de parenchyme lâche, ou une toile affectée d'une double infinité de petits plis longitudinaux et transversaux. Il y a donc quelque intérêt à attribuer au tuyau, conformément, d'ailleurs, à la réalité, une contexture hétérotrope, différente suivant la longueur de ce qu'elle est dans les sens transversaux, de manière à pouvoir, du moins à la limite, le supposer, ainsi, infiniment extensible et compressible suivant sa longueur, ou composé effectivement d'anneaux contigus sans action appréciable les uns sur les autres.

Le but principal de cette Note sera, par conséquent, de trouver comment, dans un tuyau élastique homogène, mais isotrope seulement autour de ses fibres longitudinales, et à surface extérieure censée libre de toute pression, le rayon intérieur R se dilate lorsque croît la pression p exercée sur sa face concave par le fluide contigu. La relation obtenue de la sorte rattachera la pression p de ce fluide au rayon actuel de la section σ qu'il occupe et sera précisément celle que la théorie de l'élasticité doit fournir à l'Hydrodynamique, pour déterminer le problème des mouvements du fluide. L'épaisseur primitive ε du tube, différence de ses deux rayons, extérieur, R_1, et intérieur, R, à l'état naturel, sera d'ailleurs supposée avoir un rapport quelconque avec le rayon R intérieur, et non plus en être une très petite fraction, comme je l'avais admis dans ma précédente Note (à la suite de Resal et de M. Alliévi), afin d'arriver au résultat le plus simple et d'y arriver le plus rapidement possible.

II. Le tuyau ayant comme *axe d'isotropie* de sa matière son axe même, choisi pour celui des x, il y aura lieu d'adopter, pour son potentiel Φ d'élasticité, qui exprime les six forces élastiques usuelles N_x, N_y, N_z, T_x, T_y, T_z par ses six dérivées partielles premières relatives aux six déformations élémentaires bien connues ∂_x, ∂_y, ∂_z, g_x, g_y, g_z, la formule (60), à cinq coefficients d'élasticité λ, μ, ν, λ', μ', démontrée, à titre d'exercice, dans la septième de mes Leçons d'*Analyse infinitésimale pour la Mécanique et la Physique* (t. I, *Compléments*, p. 119*), savoir

$$(1)\quad \Phi = \frac{\lambda}{2}(\partial_y + \partial_z)^2 + \lambda' \partial_x(\partial_y + \partial_z) + \frac{\nu}{2}\partial_x^2 + \mu\left(\partial_y^2 + \partial_z^2 + \frac{1}{2}g_x^2\right) + \frac{\mu'}{2}(g_y^2 + g_z^2).$$

Elle donne pour les six forces N, T, en appelant θ la *dilatation superficielle* $\partial_y + \partial_z$ des sections normales à l'axe d'isotropie ou des x,

$$(2) \qquad \begin{cases} N_x = \lambda'\theta + \nu\,\partial_x, & (N_y, N_z) = \lambda\theta + \lambda'\partial_x + 2\mu(\partial_y, \partial_z), \\ T_x = \mu g_x, & (T_y, T_z) = \mu'(g_y, g_z). \end{cases}$$

On voit que les anneaux seront mutuellement indépendants, ou que la pression sur les sections normales du tuyau aura ses trois composantes N_x, T_z, T_y essentiellement nulles, à la triple condition, nécessaire et suffisante, que $\lambda' = 0$, $\mu' = 0$, $\nu = 0$; ce qui revient à réduire le potentiel Φ, ou les six forces N, T, à leurs expressions ordinaires, en λ et μ, du cas d'isotropie, mais spécifiées pour des déformations *planes*, parallèles aux yz et indépendantes de x, où l'on aurait $\partial_x = 0$, $g_z = 0$, $g_y = 0$. Quant à l'isotropie complète, on l'obtient en posant $\lambda' = \lambda$, $\mu' = \mu$, $\nu = \lambda + 2\mu$.

III. Mais ne nous bornons pas à ces deux cas; et admettons seulement la symétrie des déformations, tant par rapport aux sections normales que tout autour de l'axe des x. Cette dernière est évidente, par le fait même qu'on néglige les poids soit du liquide, soit du tuyau, ainsi que les appuis extérieurs de ce dernier, et à raison de la valeur commune attribuée à la pression intérieure p, sur tout le contour des sections normales du fluide. Quant à la symétrie des déformations du tuyau par rapport à ses propres sections normales, elle résulte, à très peu près, de la forme allongée qu'entraîne, pour les ondes, la rapidité de leur propagation. Par suite, ces sections resteront planes, normales à l'axe sensiblement *rectiligne* du tuyau et parallèles entre elles; en sorte que les fibres longitudinales, qui leur sont perpendiculaires, éprouveront, toutes, *la même* dilatation (ou contraction) ∂_x, fonction seulement, comme p, de l'abscisse x et du temps t.

Enfin, les considérations précédant la formule (1) de ma précédente Note font voir que chaque élément matériel de volume du tuyau peut être supposé, à tout instant, en équilibre, sous l'action des éléments contigus et, pour les plus voisins de l'axe, de la pression intérieure p.

IV. Cela posé, appelons, à la distance primitive r de l'axe, ∂_1, ∂_2, ∂_3 les trois dilatations linéaires *principales* de la matière du tuyau, savoir : ∂_1, la dilatation de la fibre, dr, prise suivant le prolongement du rayon r émané perpendiculairement de l'axe jusqu'au point considéré; ∂_2, celle de la fibre annulaire $2\pi r$ passant par ce point; enfin, ∂_3, la dilatation ∂_x, indépendante de r, de la fibre longitudinale émanée du même point. Si α, fonction de r, désigne le petit déplacement de celui-ci dans sa section normale, *allonge-*

ment élastique éprouvé par le rayon r, ∂_1 en sera la dérivée par rapport à r, et ∂_2, allongement relatif de la fibre circulaire $2\pi r$ devenue $2\pi(r+\alpha)$, vaudra le quotient de α par r. L'on aura donc, en observant que $\partial_1 + \partial_2 = \theta$,

$$(3) \qquad \partial_1 = \frac{d\alpha}{dr}, \qquad \partial_2 = \frac{\alpha}{r}, \qquad \theta = \frac{1}{r}\frac{d.r\alpha}{dr}, \qquad \partial_3 = \text{const.};$$

et les formules (2) donneront pour les trois *pressions* (ou plutôt tractions) *principales* P_1, P_2, P_3 exercées sur les éléments plans normaux à ∂_1, ∂_2, ∂_3,

$$(4) \qquad (P_1, P_2) = \lambda\theta + \lambda'\partial_3 + 2\mu(\partial_1, \partial_2), \qquad P_3 = \lambda'\theta + \nu\partial_3.$$

Il en résulte, notamment,

$$(5) \qquad \frac{dP_1}{dr} = \lambda\frac{d\theta}{dr} + 2\mu\frac{d^2\alpha}{dr^2}, \qquad P_1 - P_2 = 2\mu(\partial_1 - \partial_2) = 2\mu r\frac{d}{dr}\left(\frac{\alpha}{r}\right).$$

Or écrivons la condition d'équilibre, suivant le rayon r, d'un volume *élémentaire* (de longueur 1 dans le sens des x) compris entre les deux cylindres de rayons primitifs r, $r+dr$ et deux plans menés suivant l'axe, inclinés respectivement de $\pm\frac{\gamma}{2}$ par rapport au rayon r. Sur ses deux faces courbes γr, $\gamma(r+dr)$, les tractions exercées seront, suivant le rayon r, $-\gamma r P_1$, $\gamma(rP_1 + d.rP_1)$; et leur résultante algébrique,

$$\gamma\, d(rP_1) \quad \text{ou} \quad \gamma r\, dP_1 + \gamma P_1\, dr,$$

se trouvera équilibrée par la projection, sous l'angle $\frac{\pi}{2} - \frac{\gamma}{2}$, des deux tractions normales $P_2\,dr$ exercées sur les deux faces planes latérales dr. L'on aura donc

$$\gamma r\, dP_1 + \gamma P_1\, dr = \gamma P_2\, dr,$$

c'est-à-dire, en simplifiant et utilisant finalement les formules (5), (3) ci-dessus,

$$(6) \qquad \lambda\frac{d\theta}{dr} + 2\mu\frac{d}{dr}\left(\frac{d\alpha}{dr} + \frac{\alpha}{r}\right) = 0 \qquad \text{ou} \qquad (\lambda + 2\mu)\frac{d\theta}{dr} = 0.$$

V. La dilatation superficielle θ des sections normales du tuyau est donc constante, tout comme ∂_3; et la formule (4) de P_3 montre que l'action mutuelle de deux anneaux contigus se trouve répartie uniformément sur leur base commune. Son annulation *admise* oblige donc à poser $P_3 = 0$; et

il vient successivement, vu (4) et (3), en appelant A une constante arbitraire,

$$\partial_3 = -\frac{\lambda'}{\nu}\theta, \qquad \alpha = \frac{\theta}{2}r + \frac{A}{r}, \qquad P_1 = \frac{(\lambda+\mu)\nu - \lambda'^2}{\nu}\theta - \frac{2\mu A}{r^2}.$$

La constante A se détermine par la condition que P_1 s'annule à la face externe $r = R_1$ (supposée libre) du tuyau.

Enfin, la valeur, p, de $-P_1$ pour $r = R$, c'est-à-dire à la face interne, et celle, ∂', de la dilatation ∂_2 à la même limite $r = R$, seront

$$(7)\qquad \left\{\begin{aligned} p &= \frac{(\lambda+\mu)\nu - \lambda'^2}{\nu}\,\frac{R_1^2 - R^2}{R^2}\theta,\\ \partial' &= \frac{(\lambda+2\mu)\nu - \lambda'^2}{2\mu\nu}\left[1 + \frac{(\lambda+\mu)\nu - \lambda'^2}{(\lambda+2\mu)\nu - \lambda'^2}\,\frac{R_1^2 - R^2}{R^2}\right]\theta. \end{aligned}\right.$$

Si l'on observe que le coefficient E d'élasticité des fibres annulaires, rapport de P_2 à ∂_2 quand P_1 et P_3 sont nuls, a la valeur $4\dfrac{(\lambda+\mu)\nu - \lambda'^2}{(\lambda+2\mu)\nu - \lambda'^2}\mu$, ces deux relations (7) conduiront, pour le quotient de p par ∂', à la formule simple

$$(8)\qquad \frac{p}{\partial'} = E'\frac{\varepsilon}{R}, \qquad \text{où} \qquad E' = E\,\frac{1 + \dfrac{\varepsilon}{2R}}{1 + 4\dfrac{(\lambda+\mu)\nu - \lambda'^2}{(\lambda+2\mu)\nu - \lambda'^2}\left(1 + \dfrac{\varepsilon}{2R}\right)\dfrac{\varepsilon}{2R}}.$$

Cette formule ne diffère de celle, (1), de ma précédente Note et, par suite, la vitesse ω de propagation des ondes ne se distinguera des *célérités* obtenues par Resal et M. Alliévi, qu'en ce que le coefficient usuel E d'élasticité des fibres annulaires s'y trouve remplacé par un autre, E', non moins constant pour chaque tuyau, et dont le rapport à E, dépendant à la fois de la contexture du tuyau et du rapport même de son épaisseur ε à son diamètre 2R, tend vers l'unité quand ce dernier rapport tend vers zéro, tout en étant généralement plus petit que 1. Si l'on considère, en effet, le cas *moyen* d'une contexture isotrope (où l'on a $\lambda' = \lambda$, $\nu = \lambda + 2\mu$) et le cas extrême d'une contexture assurant l'indépendance mutuelle des anneaux (où λ', ν sont infiniment petits du même ordre), il vient aisément, en appelant K, K_1 les deux valeurs correspondantes de $\frac{E}{E'}$,

$$\left(1 + \frac{\varepsilon}{2R}\right)(K - 1) = \frac{\varepsilon}{2R}\left(\frac{2\lambda+\mu}{\lambda+\mu} + \frac{3\lambda+2\mu}{\lambda+\mu}\,\frac{\varepsilon}{2R}\right),$$

$$K_1 - K = \frac{\lambda}{\lambda+\mu}\,\frac{\lambda}{\lambda+2\mu}\,\frac{\varepsilon}{2R},$$

et, par conséquent, $K > 1$, $K_1 > K$. Le rapport inverse de E′ à E est donc inférieur à l'unité, surtout dans le second cas.

VI. Les raisonnements précédents ne s'appliquent guère, il est vrai, à une conduite d'eau, non seulement rigide, mais enfoncée dans un terrain qui s'oppose à ses mouvements un peu étendus. Néanmoins, admettons que les ondes s'y propageant n'aient qu'une longueur restreinte, ou, si elles sont longues, que l'excès de pression dû à leur passage soit de signes variés, et nul en moyenne sur des longueurs modérées. Comme, dans chaque section, cet excès donne sur toute la paroi concave d'un anneau des efforts ayant, suivant tout axe coordonné, composante totale et moment total nuls, l'effet de ces efforts pour déformer et entraîner le tuyau ne peut être que très local, c'est-à-dire devenir insignifiant à toute distance comprenant un nombre suffisant de fois le rayon R; car il suffirait, en les transportant sur l'axe (supposé alors relié à la paroi), de les déplacer d'une quantité égale à R, négligeable par conséquent *à côté de la distance dont il s'agit,* pour les faire annihiler les uns par les autres.

Donc les déformations du tuyau ne seront appréciables, si l'onde est courte, que dans son voisinage : elles ne tendront alors, nulle part, à produire, par leur accumulation, des déplacements sensibles. Et si, au contraire, l'onde est indéfinie, mais composée de parties de longueur restreinte, donnant lieu à des excès de pression moyennement nuls, on conçoit que les déformations d'un tronçon du tuyau dues à la totalité des parties de l'onde éloignées, seront encore négligeables, en raison de la neutralisation mutuelle, qui s'y produira, des effets d'efforts positifs et d'efforts négatifs exercés assez près les uns des autres.

Le tuyau ne tendant ainsi à éprouver que des déformations, ou *très localisées,* ou de signes contraires sur des tronçons assez voisins, il n'en résultera nulle part, comme on voit, des déplacements notables, susceptibles, par suite, d'être très gênés par la résistance du terrain ou même par celle des extrémités (si l'on en est assez loin); et l'hypothèse de l'indépendance mutuelle d'anneaux contigus à surface extérieure libre devra donner encore, par les formules (8) qu'elle entraîne, une approximation acceptable.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur quelques expériences relatives à l'activation par l'uranium.* Note de M. HENRI BECQUEREL.

J'ai montré autrefois (¹) que, en mélangeant avec une solution d'un sel d'uranium, par exemple, de chlorure, une petite quantité de chlorure de baryum et en précipitant ce dernier métal à l'état de sulfate, on obtenait un précipité qui pouvait être plus actif que l'uranium, mais dont l'activité disparaissait avec le temps suivant une loi exponentielle, diminuant de moitié au bout d'un temps compris entre 20 et 24 jours.

Le sel d'uranium qui reste dans la solution est moins actif qu'il ne l'était avant cette opération. Suivant la quantité relative de baryum introduite, on obtient un sulfate plus ou moins actif et un sel uranique plus ou moins affaibli. J'ai montré également que le sel affaibli reprend spontanément, avec le temps, son activité primitive; la loi de récupération est complémentaire de la loi de décroissance du produit activé.

Tout se passe donc comme si l'uranium fabriquait, d'une manière continue, un produit radioactif dont la dissolution du sel dans l'eau favorise la séparation et que le précipité entraîne avec lui. Ce produit paraît être le même que celui qui, dans d'autres expériences, a été appelé UrX par Sir W. Crookes. Il joue un rôle analogue à celui de l'émanation du thorium et du radium, avec cette différence que les émanations de ces corps sont gazeuses, tandis que l'émanation de l'uranium n'est pas volatile mais se dissout dans l'eau.

J'ai repris récemment l'étude de ce produit et je communique aujourd'hui à l'Académie quelques-uns des résultats obtenus.

J'ai d'abord recherché si le sulfate de baryum entraînerait l'émanation du radium de la même manière que celle de l'uranium. 100^{cm^3} d'eau distillée ont été laissés pendant 6 jours dans un ballon de verre en communication par un tube de caoutchouc avec un petit tube contenant quelques milligrammes de chlorure de radium dissous dans une ou deux gouttes d'eau. Au bout de ce temps, on a retiré la communication : on a versé dans l'eau activée 5^{cm^3} d'une solution de chlorure de baryum saturée; puis on a préci-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXX, juin 1900, p. 1584; t. CXXXI, juillet 1900, p. 137; t. CXXIII, décembre 1901, p. 977; et *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XLVI, p. 288 et suivantes.

pité la baryte. L'activité du sulfate obtenu a été environ dix-huit fois celle de l'oxyde noir d'uranium. Elle disparut en quelques heures, tombant de moitié en 30 minutes. Une deuxième expérience, faite avec de l'eau activée par la même source pendant 3 jours et demi, a donné un précipité dont l'activité était moitié de celle du précipité précédent; la décroissance étudiée à des intervalles très rapprochés a été un peu moins rapide, la constante de temps variant de 39 à 32 minutes en 1 heure et demie et tendant vers la constante de temps caractéristique de l'émanation du radium. Dans les deux cas, après la précipitation du sulfate de baryum, l'eau activée était devenue inactive. Le précipité avait donc fixé l'émanation.

On pouvait alors se proposer de fixer à la fois sur le même précipité l'émanation du radium et celle de l'uranium et de voir si l'on observerait une influence de l'une sur l'autre.

Les deux phénomènes se sont comportés comme indépendants l'un de l'autre.

L'expérience a été faite avec une solution de chlorure d'uranium, dont on a fait deux parts égales; l'une des moitiés a été exposée pendant 3 jours à l'émanation du radium, l'autre a été conservée comme témoin. Puis les deux dissolutions ont été traitées de la même manière; dans chacune d'elles on a versé 5^{cm^3} d'une solution saturée de chlorure de baryum, on a précipité le sulfate de baryum en même temps dans les deux liqueurs, on les a fait bouillir le même temps et l'on a séché ensemble les deux filtres sur lesquels étaient recueillis les deux précipités.

Le précipité ayant recueilli les deux émanations, observé 80 minutes après la formation de ce précipité, avait une activité sept fois plus grande que le précipité formé dans la solution uranique non activée par le radium. Le premier perdit son excès d'activité dans la première journée, pour devenir ensuite un peu plus faible (0,905) que le second. En tenant compte de cette différence et en observant que, pendant la première journée, les précipités activés par l'uranium ont une activité à peu près constante, on reconnaît que l'excès d'activité communiquée par l'émanation du radium décroît suivant la loi connue de cette émanation, caractérisée dans l'expérience présente par une constante de temps égale à 43 minutes environ, une heure et demie après la formation du produit activé, et égale à 28 minutes une heure et demie plus tard.

La décroissance de l'activité communiquée par l'uranium a été étudiée les jours suivants simultanément sur les deux produits; elle a été pour tous les deux exactement la même, caractérisée par des constantes de temps

comprises entre 10 et 17 jours, montrant une diminution environ deux fois plus rapide que pour les produits obtenus généralement par la même méthode, sans qu'on ait reconnu la cause de cette différence. Pendant la même période d'expériences, un précipité obtenu par la méthode ordinaire et cinq fois plus actif que l'oxyde noir d'urane a été suivi pendant 18 jours et a donné la constante de temps de 21 jours conforme à celle que j'avais donnée antérieurement.

D'autres expériences ont en outre été instituées pour reconnaître si une élévation considérable de la température modifierait l'activation par l'uranium.

Deux portions égales, de $1^g,320$, d'un précipité de sulfate de baryum dans une solution de chlorure d'urane ont été comparées à un même poids d'oxyde noir d'uranium. L'une des portions a été chauffée sur une plaque de graphite, fondue et portée au rouge blanc par un chalumeau oxhydrique; l'autre a été conservée comme témoin. Après refroidissement les deux parties, dont l'une, celle qui avait été chauffée, était un peu plus active (1,15), ont montré la même loi de décroissement d'activité induite, caractérisée par la constante de temps de 23 jours.

Cette stabilité de l'émanation de l'uranium à haute température m'a conduit alors aux expériences suivantes dont le résultat est particulièrement intéressant.

Comme l'émanation répandue dans les solutions des sels d'uranium semble se fixer sur les corps très divisés, à la manière d'une teinture, j'ai pensé la fixer sur du noir de fumée, puis brûler ensuite le charbon.

On a fait bouillir dans une solution de 50^g de chlorure d'uranium quelques grammes de noir de fumée, préalablement lavé à l'éther et à l'alcool; après avoir filtré et lavé longtemps le dépôt, puis l'avoir séché, on a obtenu du noir de fumée actif, qui, sur le filtre, avait environ neuf fois moins d'activité que $1^g,320$ d'oxyde noir d'urane. On a calciné ensuite le produit dans une coupelle de platine, en dirigeant en même temps pardessus un courant d'oxygène afin de hâter la combustion totale. Dans ces conditions, tandis qu'un autre échantillon du noir de fumée employé non activé disparaît complètement, il est resté sur la coupelle, pour le produit activé, un grand nombre de très petits grains noirs dont quelques-uns, examinés à la loupe, paraissent fondus, qui constituent un poids inappréciable, mais dont l'ensemble représente une activité six fois plus grande que celle de la masse de noir de fumée avant la calcination. En huit jours ce dépôt a augmenté régulièrement d'environ une fois et demie son acti-

vité initiale et a présenté alors la même activité que $1^g,320$ d'oxyde noir d'urane.

Ces grains, qui ont subi une élévation de température inférieure à celle de la fusion du platine, contiennent un oxyde d'uranium; si l'on met dans la coupelle une goutte d'acide azotique, on voit, à la loupe, le liquide se colorer en vert autour de chaque grain qui ne semble se dissoudre que très lentement.

Une autre expérience faite avec 4^g d'un autre échantillon de noir de fumée, dans une solution de 150^g de chlorure d'uranium n'ayant pas encore servi à ces expériences, a donné un dépôt de noir de fumée dont l'activité était environ moitié de celle du poids d'oxyde noir d'urane cité plus haut. Le résidu de la calcination, plus abondant que dans l'expérience précédente, s'est montré trois fois plus actif; en le traitant par une petite quantité d'acide chlorhydrique, l'acide s'est coloré en vert; l'évaporation de cette liqueur dans une coupelle de platine a laissé un dépôt impondérable, ayant un peu plus de la moitié de l'activité du poids d'oxyde noir qui servait de comparaison ($1^g,320$). La partie non dissoute par l'acide et conservée sur le filtre a gardé une activité à peu près égale à celle de l'autre partie, activité qui ne paraît pas décroître.

Diverses autres expériences ont toujours donné des résultats du même ordre. Dans l'une d'elles faite avec une solution de chlorure d'urane ayant servi récemment à des précipitations, en lavant abondamment le dépôt de noir de fumée à l'eau chaude et à l'acide chlorhydrique, on n'a obtenu qu'un dépôt très peu actif.

Dans une autre expérience, le résidu actif obtenu par calcination a été traité par l'acide chlorhydrique; il est resté un résidu inattaqué qui a conservé plus de la moitié de l'activité initiale, tandis que l'uranium entraîné dans la solution n'a pas activé une nouvelle quantité de noir de fumée introduite dans celle-ci; cette quantité de noir de fumée inactif a été brûlée et n'a pas laissé de résidu.

Ces expériences montrent que le noir de fumée a entraîné de très petites quantités d'un corps ayant acquis une activité plusieurs milliers de fois plus grande que celle de l'oxyde noir d'urane ordinaire. L'observation ultérieure fera voir si ce produit conserve son activité, ou s'il se comporte comme d'autres produits activés dont l'activité diminue lentement avec le temps.

PATHOLOGIE. — *Sur le traitement des trypanosomiases par l'acide arsénieux et le trypanroth.* Note de M. A. LAVERAN.

Dans des Notes antérieures j'ai montré qu'on obtenait de bons résultats dans le traitement des trypanosomiases (Surra, Mbori, infections produites par *Trypanosoma gambiense*) chez le rat, chez le chien et chez le *Macacus sinicus* en associant l'acide arsénieux au trypanroth et en faisant des traitements successifs ([1]).

J'ai étendu ces essais de traitement à la Dourine; on verra, par les observations qui suivent, que deux chiens dourinés traités par la méthode que je préconise ont résisté à cette infection qui est toujours mortelle chez le chien.

Le 1er mars 1905, M. Vallée, professeur à l'École vétérinaire d'Alfort, m'envoie à l'Institut Pasteur deux chiens qui ont été inoculés de Dourine.

Chien n° 1. — Poids 15^{kg}. Inoculé de Dourine le 24 février 1905. — 15 mars, rien d'anormal. Pas de trypanosomes à l'examen du sang. — 19 mars, œdème du fourreau de la verge et des testicules; dans une goutte de sérosité recueillie au niveau du fourreau, je trouve des trypanosomes non rares. Le traitement est commencé. Acide arsénieux 16^{mg} en injection intra-veineuse. — 24 mars, l'œdème du fourreau a diminué; dans une goutte de sérosité sanguinolente prise à ce niveau je ne trouve aucun trypanosome; trypanroth 30^{cg} en injection intra-musculaire. — 26 mars, acide arsénieux 16^{mmg}. — 28 mars, l'œdème du fourreau a disparu complètement. Poids 15^{kg}. Trypanroth 30^{cg}. — 2 avril, il n'y a plus traces d'œdème; l'examen d'une goutte de sang prise au niveau du fourreau de la verge est négatif. Acide arsénieux 16^{mmg}. — 5 avril, trypanroth 30^{cg}. — 15 avril, pas d'œdèmes, état général excellent; examen du sang négatif. Un lapin est inoculé, il reçoit, dans le péritoine, 8^{cm^3} du sang du chien. Du 20 avril au 10 juillet le chien examiné à différentes reprises ne présente aucun symptôme morbide. Pas d'œdèmes, état général excellent. Le poids pris les 2 et 26 juin est de 17^{kg}, en augmentation de 2^{kg} sur le poids initial. Le lapin inoculé sur le chien le 15 avril n'a présenté aucun signe d'infection.

Chien n° 2. — Poids 10^{kg}. Inoculé de Dourine le 24 février 1905. — 18 mars, œdème du fourreau et des bourses; l'œdème, très prononcé, s'étend à une grande partie de la paroi abdominale. L'examen d'une goutte de sérosité recueillie au niveau du fourreau révèle l'existence de trypanosomes non rares. Acide arsénieux 12^{mg} en injection intra-veineuse. — 20 mars, l'œdème abdominal a diminué. Trypanroth 20^{cg}. — 25 mars, l'œdème est limité au fourreau. Acide arsénieux 12^{mg}. — 27 mars, l'œdème

([1]) A. LAVERAN, *Comptes rendus*, séances des 4 juillet 1904, 30 janvier et 17 avril 1905.

du fourreau persiste. Trypanroth 20^{cg}. — 30 mars, dans une goutte de la sérosité de l'œdème du fourreau, je vois encore un trypanosome. — 1er avril, acide arsénieux 12^{mg}. — 4 avril, l'œdème du fourreau a beaucoup diminué; dans une goutte de sérosité sanguinolente recueillie à ce niveau, je ne trouve plus aucun trypanosome. Trypanroth 20^{cg}. — 11 avril, un peu d'œdème le long du fourreau; dans la sérosité de cet œdème, je vois encore un trypanosome. Acide arsénieux 12^{mg}. — 13 avril, trypanroth 20^{cg}. — 20 avril, l'œdème a disparu presque complètement et, dans le liquide sanguinolent recueilli au niveau du fourreau, on ne trouve plus de trypanosomes. Acide arsénieux 12^{mg}. — 22 avril, trypanroth 20^{cg}. — 30 avril, il n'y a plus trace d'œdème. La recherche des trypanosomes donne des résultats négatifs. Acide arsénieux, 12^{mg}. — 3 mai, trypanroth 20^{cg}. — Du 4 mai au 10 juillet, le chien ne présente aucun symptôme morbide pouvant faire admettre la persistance de la Dourine. Pas d'œdèmes. État général très bon. Poids : 10^{kg} le 2 juin, 12^{kg} le 26 juin.

Il est à noter que le chien n° 1 a guéri plus facilement que le chien n° 2, bien que les deux animaux aient été inoculés en même temps et avec le même virus. Chez le chien n° 1, trois traitements par l'acide arsénieux et le trypanroth ont suffi, alors que, chez le chien n° 2, six traitements ont été nécessaires. Ces différences individuelles ne surprendront pas, d'ailleurs, les cliniciens.

Le chien n° 2 pesant 10^{kg} a reçu, du 18 mars au 3 mai, c'est-à-dire dans l'espace de 47 jours : 72^{mg} d'acide arsénieux et $1^{g},20$ de trypanroth; ces doses ont été bien supportées.

Il n'est pas douteux qu'on puisse obtenir à l'aide du traitement mixte par l'acide arsénieux et le trypanroth des guérisons complètes, définitives, des différentes trypanosomiases. Je possède des animaux guéris depuis plus d'une année de trypanosomiases qui, chez les animaux de même espèce, non traités, ont une marche aiguë et toujours mortelle. Le sang des animaux guéris n'est plus infectieux. J'ai cité déjà le fait suivant : un rat guéri de Mbori depuis plusieurs mois est saigné à blanc, et la totalité du sang est injectée dans le péritoine d'un cobaye qui ne s'infecte pas ([1]).

Les animaux guéris d'une trypanosomiase à l'aide de l'acide arsénieux et du trypanroth, ou du trypanroth seul, n'ont pas l'immunité pour cette maladie, ils s'infectent quand on leur inocule à nouveau le virus, et l'évolution de la maladie est la même que chez les animaux neufs. J'avais déjà constaté le même fait chez des souris guéries de Nagana, de Surra ou de Caderas au moyen d'injections de sérum humain.

([1]) A. Laveran, *Comptes rendus,* 30 janvier 1905.

Voici quelques exemples de réinfection d'animaux guéris de Mbori, de Surra et de la trypanosomiase produite par *Trypan. gambiense.*

1° Une souris inoculée de Mbori le 21 avril 1904 a, le 25 avril, des trypanosomes nombreux; elle guérit à la suite d'une seule injection de trypanroth. Le 18 juillet 1904 les trypanosomes ont disparu du sang depuis 82 jours; la souris considérée comme guérie est réinoculée de Mbori le 18 juillet. — 22 juillet, trypanosomes assez nombreux. — 26 juillet, trypanosomes très nombreux. — 27 juillet, mort.

2° Une souris inoculée de Mbori le 21 avril 1904 a, le 25 avril, des trypanosomes assez nombreux, elle guérit après une seule injection de trypanroth. Le 16 mai 1905, la souris qui est en très bon état est inoculée de Mbori en même temps qu'une souris neuve. — 21 mai, trypanosomes non rares. — 24 mai, trypanosomes très nombreux. — 4 juin, mort. — La souris témoin est morte le 27 mai, l'infection a donc eu chez elle une évolution un peu plus rapide que chez la souris guérie.

3° Un rat blanc inoculé de Mbori le 28 avril 1904 a, le 18 mai, des trypanosomes nombreux; il est traité par l'acide arsénieux et le trypanroth et guérit. Le 18 juillet 1904 les trypanosomes n'ont pas reparu; le rat est inoculé à nouveau de Mbori. — 22 juillet, trypanosomes rares. — 24 juillet, trypanosomes très nombreux. — 25 juillet, mort.

4° Un rat blanc inoculé de Mbori le 4 mai 1904 a, le 10 mai, des trypanosomes assez nombreux; il est traité par l'acide arsénieux et le trypanroth et guérit. Le 18 juillet 1904, les trypanosomes n'ont pas reparu, le rat est inoculé à nouveau de Mbori. — 22 juillet, trypanosomes rares. — 27 juillet, trypanosomes très nombreux. — 29 juillet, mort.

5° Une souris est inoculée de Surra (de Maurice) le 6 mai 1904, elle s'infecte et, traitée par le trypanroth, guérit. Le 21 juin 1905, la souris qui est guérie depuis une année est inoculée à nouveau de Surra (de Maurice). — 24 juin, trypanosomes très rares. — 26 juin, trypanosomes très nombreux. — 27 juin, mort.

Une souris témoin inoculée le 21 juin meurt exactement dans le même temps.

6° Une souris est inoculée de Surra (de Maurice) le 31 mai 1904, elle s'infecte et guérit à la suite de deux injections de trypanroth. Le 12 mai 1905 la souris qui est en très bon état est réinoculée avec le Surra (de Maurice). — 18 mai, trypanosomes rares. — 20 mai, trypanosomes non rares. — 22 mai, trypanosomes très nombreux, mort.

Une souris témoin inoculée le 12 mai meurt le 23 mai.

7° Un rat blanc est inoculé le 22 juin 1904 avec *Trypan. gambiense.* — 10 juillet, trypanosomes très rares. — 22 juillet, trypanosomes non rares. Le rat est traité par l'acide arsénieux et le trypanroth et guérit. Le 16 juin 1905 le rat qui est en très bon état est réinoculé avec le même virus que lors de la première inoculation. — 4 juillet, trypanosomes assez nombreux. — 10 juillet, trypanosomes très nombreux annonçant une mort prochaine.

Ces faits montrent qu'on ne peut pas fonder grand espoir en la thérapeutique pour combattre les trypanosomiases des animaux domestiques dans les régions où ces maladies sont enzootiques ou épizootiques; les ani-

maux, à peine guéris, seraient exposés à s'infecter de nouveau (¹). C'est à prévenir ces maladies qu'il faut s'appliquer, plutôt qu'à les guérir. Les tentatives thérapeutiques conservent toute leur importance en ce qui concerne la trypanosomiase humaine surtout chez les Européens qui peuvent quitter les régions dans lesquelles cette maladie est endémique.

M. A. Grandidier, présentant la carte de la Russie d'Europe au $\frac{1}{2000000}$ que vient de terminer M. le colonel Jules de Schokalsky, président de la Section cartographique de la Société Impériale Russe de Géographie, s'exprime en ces termes :

Cette carte, en 16 feuilles in-folio, est dressée suivant la projection conique de Gauss et a pour base la carte dite *Spéciale de l'État-Major* qui comprend 177 feuilles, et que M. de Schokalsky a rectifiée ou complétée à l'aide des documents récents. C'est ainsi qu'il a mis le plus grand soin à rectifier les frontières de l'Empire russe ainsi que celles des divisions administratives; pour le Nord, il a utilisé de nombreux matériaux encore pour la plupart manuscrits, notamment pour le littoral de l'Océan glacial, la presqu'île de Kola, pour la région entre la Dvina du Nord et la Petchora, pour la chaîne de l'Oural au nord d'Ekaterinbourg. Le cours de l'Obi a été complètement changé d'après les levés encore inédits de l'expédition hydrographique de l'Océan du Nord. Les îles de la mer Blanche, de la mer Noire, de la mer Caspienne, de la mer de Kara et des lacs Ladoga, Onéga et Tchoudskoïé ont été soit retouchées, soit refaites. Le Caucase a été revisé d'après la nouvelle carte à $\frac{1}{42000}$ et à $\frac{1}{84000}$. Toutes les lignes de chemins de fer ouvertes en 1904 ont été indiquées, et les stations, les principaux ports fluviaux, les bureaux de poste et de télégraphe, les postes de douanes, les bains et les eaux minérales ont été marqués d'après les données officielles qui sont disséminées dans différentes publications.

Cette carte est donc la plus complète qui ait encore paru. Commencée par le professeur Petri, qui est mort en 1902, elle a été achevée par le colonel de Schokalsky. C'est une œuvre qui fait honneur à l'Atlas Universel de A. Marcks, dont elle est la partie réellement neuve et importante.

(¹) Il y a une exception à faire pour la Dourine, des mesures efficaces contre la réinfection pouvant être prises.

S. A. S. le Prince DE MONACO fait hommage à l'Académie du fascicule XXX des *Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par* Albert I[er], Prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction avec le concours de M. JULES RICHARD.

Ce fascicule a pour titre : *Description des Antipathaires et Cérianthaires recueillis par S. A. S. le Prince de Monaco dans l'Atlantique Nord* (1886-1902), par LOUIS ROULE.

MÉMOIRES LUS.

CHIRURGIE. — *Traitement des fractures par le mouvement;* par M. J. LUCAS-CHAMPIONNIÈRE.

Le principe du traitement des fractures, aussi ancien que la Chirurgie elle-même, est le suivant :

« Les os fracturés se réparent d'autant mieux que leurs extrémités sont mieux immobilisées. »

Les fragments inertes doivent attendre leur recollement complet dans l'absence de mouvements.

Depuis 60 ans, l'invention des appareils inamovibles a donné une forme précise à ces immobilisations de plus en plus rigoureuses.

Même, à une époque récente, la suture systématique des fragments passe pour réaliser cette immobilisation absolue dans les conditions les plus favorables.

Par des études cliniques j'ai démontré que ce principe séculaire du traitement des fractures est absolument erroné. J'ai, par des étapes successives, fondé sur un principe tout opposé une méthode nouvelle de traitement des fractures. Cette méthode, rejetée d'abord comme paradoxale, s'impose aujourd'hui peu à peu, à l'étranger comme en France.

Fondée sur des observations cliniques indiscutables, avec une expérience personnelle qui dépasse 25 années, cette méthode vient de recevoir une consécration scientifique absolue d'expérimentations et d'études histologiques de M. Cornil, ce qui m'autorise à la présenter comme définitive.

Le principe fondamental sur lequel elle repose et que j'ai démontré exact est le suivant :

L'os n'échappe pas à la loi commune à tous les éléments de l'organisme humain. Malgré sa rigidité, il a besoin du mouvement pour arriver au maximum de vitalité qui lui est nécessaire pour se réparer.

L'os rigoureusement immobilisé donne un cal médiocre à formation lente.

L'os dont les extrémités brisées subissent une certaine quantité de mouvement réglé et méthodique donne un cal plus rapidement produit et plus rapidement solide.

Quelle que soit la région où la fracture est observée, on peut constater ce phénomène qui, jusqu'ici, échappait aux chirurgiens.

Aussi, quelle que soit la région, le traitement d'une fracture doit admettre une certaine quantité de mouvement des fragments pour donner une bonne réparation.

En outre, l'immobilisation, qui n'est pas favorable à la formation du cal, est absolument funeste pour la vie et la réparation de tous les organes compromis au voisinage des os fracturés (articulations, muscles et tendons).

L'importance du mouvement est capitale pour la réparation de ces organes.

Enfin, l'immobilisation est la condition qui maintient le plus longtemps les contractures musculaires qui sont pour les membres fracturés la cause la plus grave des déformations.

Le *mouvement thérapeutique* ne saurait être un mouvement quelconque qui deviendrait, pour les sujets, plus redoutable que l'immobilité. Ce doit être un mouvement méthodique et dosé.

J'ai combiné la mobilisation méthodique des fractures avec un massage très spécial essentiellement différent des manœuvres ordinairement connues sous ce nom.

Ce massage très doux, très progressif, ne doit *jamais être douloureux*. Au contraire, il est anesthésiant. Combiné avec la mobilisation méthodique, il produit les effets suivants :

Disparition de la douleur après les fractures jusqu'ici les plus douloureuses (fractures articulaires).

Disparition des contractures. Ainsi se réduisent spontanément bon nombre de déformations contre lesquelles luttaient sans succès les appareils les plus compliqués (fractures de la clavicule, de l'olécrane, des extrémités supérieures et inférieures de l'humérus).

La résorption des liquides épanchés est d'une rapidité facile à vérifier par la marche des ecchymoses.

Les articulations mobilisées sont défendues contre l'enraidissement.

Les muscles ne s'atrophient pas.

La rapidité de la formation du cal est telle que pour bien des fractures le temps de réparation est diminué de moitié.

Enfin, l'influence de la nouvelle méthode sur la réparation définitive des membres siège de fractures est telle que certaines fractures, qui constituaient jusqu'ici des accidents d'une extrême gravité, habituellement suivis d'infirmités définitives, deviennent des lésions plutôt bénignes qui seront suivies d'une excellente guérison et d'une réparation fonctionnelle parfaite.

Telles sont les fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus, les fractures du coude, beaucoup de fractures bimalléolaires, et d'une manière générale toutes les fractures articulaires.

Pour donner tous ces résultats, la méthode doit être appliquée d'une façon absolue et *le plus tôt possible* après le traumatisme. C'est ainsi seulement qu'elle assure la solidité rapide et évite les longues convalescences qui suivent toujours l'application des appareils inamovibles.

Ce n'est pas pour des cas exceptionnels qu'elle doit être appliquée, mais toutes les fois que le mouvement ne menace pas de produire une grande déformation définitive, c'est-à-dire dans l'immense majorité des cas de fractures.

L'énumération qui suit indique les cas qui, par centaines, ont été traités ainsi dans mon service :

Toutes les fractures des extrémités supérieures et inférieures de l'humérus; certaines fractures du corps; toutes les fractures du coude y compris les fractures de l'olécrane.

La plupart des fractures du radius.

Beaucoup de fractures des deux os de l'avant-bras.

Les fractures de tous les os de la main et du pied.

Les fractures de la clavicule.

Les fractures de l'omoplate.

Presque toutes les fractures du péroné.

Beaucoup de fractures bimalléolaires.

Les fractures du genou.

Les fractures du col du fémur.

Même pour les fractures du milieu de la diaphyse des os longs (jambe et bras), des artifices permettent d'en traiter un bon nombre.

L'importance capitale de cette méthode pour le développement général de la Chirurgie ne saurait échapper si l'on réfléchit qu'elle intéresse le quart environ des malades qui se présentent;

Qu'elle supprime rapidement la douleur pour une des lésions les plus douloureuses;

Qu'elle abrège dans une mesure considérable la durée de la réparation

pour la lésion qui paralyse pour les plus longues périodes les forces des travailleurs de tous ordres.

MÉTÉOROLOGIE. — *Emploi des fusées contre la grêle*, par M. E. VIDAL.

Le 1er août 1904, un formidable orage qui s'était condensé sur les plus hauts sommets des Alpes Bernoises, à des altitudes dépassant 3000m, se précipitait dans l'étroite vallée au fond de laquelle coule le Rhône.

Avec une rapidité foudroyante, cet orage traversait l'extrémité nord-est du lac Léman, descendait le long de la côte nord de ce lac jusqu'à Morges, pénétrait en cet endroit dans les riches plaines du canton de Vaud, franchissait le col de la Sarraz et dépassait Yverdon pour aller enfin se perdre dans le lac de Neuchâtel.

D'après la *Feuille d'avis de Lausanne*, en date du 4 août 1904, à laquelle nous avons emprunté cette observation, toutes les communes situées sur le trajet de cet orage furent dévastées par la grêle, sauf cependant les deux petites localités de Lonay et d'Echichens, qui se trouvent complètement enclavées dans les territoires sinistrés, et qui, seules, tirèrent pour se défendre de nombreuses fusées grêlifuges.

L'Académie pourra vérifier le fait, en suivant la marche de l'orage du 1er août 1904, sur la Carte spéciale que nous en avons fait dresser, et peut-être voudra-t-elle bien trouver, dans la préservation des vergers de Lonay et d'Echichens, une preuve certaine de l'efficacité du moyen de défense que nous avons inventé.

Mais, en dehors de cette preuve que l'on nous a si souvent demandée et qui nous semble indéniable, le graphique de l'orage du 1er août nous paraît éclaircir un point de la Météorologie resté jusqu'à présent fort obscur. Ne nous montre-t-il pas, en effet, les nuages orageux comme endigués au point de ne pouvoir franchir certains obstacles naturels qu'ils rencontrent sur leur route, et ne nous renseigne-t-il pas sur la hauteur à laquelle ces nuages sont constamment restés au-dessus des champs qu'ils ont ravagés?

Dans le but de permettre à l'Académie de se rendre compte de l'exactitude des faits que nous avançons, nous avons indiqué sur la carte du canton de Vaud, au moyen de teintes de plus en plus foncées, les différences d'altitudes relevées officiellement entre les terrains bas traversés par l'orage et les montagnes qui les bordent de chaque côté.

On peut l'y suivre pas à pas et constater qu'il paraît avoir épargné tous les territoires situés à une altitude supérieure à 700m.

Tout, dans la marche de cet orage, peut donc nous servir d'enseignement, mais nous y trouvons surtout cette indication précieuse qu'il a dû constamment planer à une très faible distance du sol.

Pouvait-il en être autrement? Nous ne le pensons pas, car pour nous les orages, quelque élevés que soient leurs points de formation, dans les couches supérieures de l'atmosphère ou sur les cimes glacées des montagnes, tendent à se rapprocher d'autant plus vite du sol qu'ils sont plus chargés d'eau ou de grêle. C'est cette faible altitude des nuages orageux qui explique les succès constants que nous avons obtenus avec nos fusées et nos pétards paragrêles, que l'on peut faire tirer par le premier venu et qui éclatent dans les airs entre 400^{m} et 450^{m}; c'est aussi pour cette cause que, depuis le Congrès de Lyon, nous soutenons que le point stratégique de la défense d'une plaine s'en trouve parfois très éloigné, qu'il faut, avant tout, étudier la marche habituelle des orages, en dresser les cartes et disposer sur leur passage des postes de tir, dans le but d'éteindre leurs décharges électriques et aussi d'empêcher la pluie bienfaisante de se changer en grêle dévastatrice.

La question de la lutte contre les orages est donc avant tout d'ordre scientifique et c'est à nos savants directeurs des Observatoires officiels à nous indiquer les moyens de la pratiquer avec succès.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Calcul des probabilités, sa portée objective et ses principes*, par Paul Mansion.

2° *Coordenadas geográficas de puntos comprendidos en la zona de la totalidad del eclipse de sol de 30 de agosto de 1905*, publié par la Dirección general del Instituto geográfico y estadistico de Madrid.

3° *L'invasion du criquet pèlerin en Égypte* (1904), par Maurice Boniteau-Bey.

4° *Emploi des fusées contre la grêle. Résultats obtenus*, par le Dr E. Vidal.

5° *Traité général de Viticulture. Ampélographie*, publié sous la direction de P. Viala. Secrétaire général : V. Vermorel, Tome VI. (Présenté par M. Guignard.)

MÉCANIQUE. — *Recherche des intégrales algébriques dans le mouvement d'un corps solide pesant autour d'un point fixe.* Note de M. **Édouard Husson** présentée par M. P. Appell.

1. Les équations différentielles du mouvement d'un solide pesant, autour d'un point fixe, admettent trois intégrales premières algébriques et un dernier multiplicateur égal à l'unité. Le problème de l'intégration formelle est par suite ramené à la recherche d'une quatrième intégrale première non fonction des intégrales classiques.

Cette quatrième intégrale est connue et est algébrique dans les cas d'Euler, de Lagrange et de Mme Kowalewski.

On a eu l'espoir de généraliser le résultat remarquable de Mme Kowalewski.

Il semblait acquis, depuis quelques années, que les conditions nécessaires et suffisantes d'existence d'une quatrième intégrale algébrique sont :

$$A = B, \qquad \frac{2C}{A} = n,$$

le centre de gravité du solide étant de plus dans le plan équatorial de l'ellipsoïde d'inertie.

L'inutilité des efforts tentés pour découvrir cette intégrale m'a amené à penser que les conditions énoncées sont insuffisantes; en reprenant complètement la question j'ai réussi à le montrer rigoureusement.

2. J'ai admis, d'après un résultat obtenu depuis longtemps par M. Poincaré, que l'ellipsoïde d'inertie relatif au point de suspension est nécessairement de révolution.

La recherche des intégrales algébriques se ramène à celle des équations intégrales entières et à coefficients réels.

En ordonnant une équation intégrale entière suivant les puissances décroissantes des composantes p, q, r de la rotation instantanée, on rencontre, pour la détermination du premier terme, l'équation aux dérivées partielles correspondant aux intégrales du problème dans le cas d'Euler. L'intégration effective de cette équation conduit aux résultats suivants :

Toute équation intégrale entière et à coefficients réels est une intégrale.

Toute intégrale algébrique est une combinaison algébrique d'intégrales rationnelles entières à coefficients réels.

3. Pour rechercher les intégrales entières la méthode employée consiste, dans son esprit général, à exprimer que l'intégrale convient pour une solution particulière du système différentiel et pour toutes les solutions infiniment voisines.

En prenant comme nouvelles variables,

$$y_1 = p + qi, \qquad y_2 = p - qi, \qquad z_1 = \gamma + i\gamma', \qquad z_2 = \gamma - i\gamma',$$

j'ai choisi comme solution particulière, soit (o),

$$y_1 = z_1 = \gamma'' = 0, \qquad y_2 = y_2^0, \qquad z_2 = z_2^0, \qquad r = r^0.$$

Je désignerai par (I) la solution infiniment voisine de (o), par (II) la solution infiniment voisine de (I), ...

L'intégrale cherchée I étant ordonnée suivant les puissances croissantes de y_1, z_1, γ'',

$$I = f_0 + f_1 + f_2 + \ldots + f_n,$$

je désignerai par $I_0, I_1, I_2, \ldots$ les parties du développement de I limité aux approximations correspondant aux solutions (o), (I), (II), ...

$$I = I_0 + I_1 + I_2 + \ldots.$$

Les équations exprimant que I est une intégrale sont

$$(a) \qquad I_0 = \text{const.}, \qquad I_1 = \text{const.}, \qquad I_2 = \text{const.}, \qquad \ldots$$

ou bien

$$(b) \qquad \frac{dI_0}{dt} = 0, \qquad \frac{dI_1}{dt} = 0, \qquad \frac{dI_2}{dt} = 0, \qquad \ldots.$$

Les équations (a) constituent des relations algébriques liant les solutions les plus générales (o), (I), (II), ... Les équations (b) simplifiées constituent dans les systèmes (o), (I) seulement des équations aux dérivées partielles définissant successivement $f_0, f_1, f_2, \ldots, f_n$.

Les intégrales classiques h_1, h_2, h_3 fournissent trois intégrales H_1, H_2, H_3 des systèmes (o), (I). Ces intégrales permettent d'éliminer trois variables des équations (b) simplifiées en considérant H_1, H_2, H_3, soit comme des fonctions de variables, soit comme des constantes indépendantes.

En considérant H_2 et H_3 comme paramètres, nous écrirons, en général, que les équations (a) ou (b) sont satisfaites : 1° pour les valeurs nulles des paramètres; 2° pour les valeurs différentes de zéro.

Nous avons observé, de plus, que l'on peut toujours supposer que le premier terme de l'intégrale ordonnée n'est pas uniquement une fonction de H_1, H_2, H_3.

4. Pour éviter l'étude de transcendantes très compliquées, nous avons,

lorsque $\frac{C}{A}$ est irrationnel, appliqué la méthode aux équations (b). Le calcul du premier terme de l'intégrale conduit au résultat suivant :

Pour qu'il existe une intégrale algébrique non fonction des intégrales classiques, il faut que $\frac{C}{A}$ *soit rationnel.*

En utilisant ensuite les équations (a), on arrive aux conditions d'existence du premier terme de l'intégrale ordonnée.

Pour qu'il existe une intégrale algébrique non fonction des intégrales classiques, il faut :

Soit $\frac{2C}{A} = 4$,

Soit $\frac{C}{A}$ *rationnel, le centre de gravité étant dans le plan équatorial de l'ellipsoïde d'inertie.*

Dans les deux cas, le premier terme de l'intégrale ordonnée est de la forme $F(H_1, H_2, H_3, H_4)$, H_4 *étant une nouvelle intégrale algébrique du système* (o).

5. Le premier terme de l'intégrale étant calculé sous forme fonctionnelle, les termes suivants s'expriment, en conservant deux variables, comme sommes de fonctions algébriques et de transcendantes logarithmiques.

En exprimant que les transcendantes disparaissent, le calcul du second terme conduit, dans le cas $\frac{2C}{A} = 4$, à l'impossibilité, et dans les autres cas aux conditions supplémentaires

$$\frac{2C}{A} = 1, \qquad \frac{2C}{A} = 2, \qquad \frac{2C}{A} = 3.$$

Enfin le calcul du troisième terme permet d'énoncer le résultat final :

Les conditions initiales étant arbitraires, toute intégrale algébrique est une combinaison algébrique des intégrales classiques, sauf dans les cas d'Euler, de Lagrange et de Mme Kowalewski.

MAGNÉTISME. — *Mesure de coefficients d'aimantation et étude du champ magnétique.* Note de M. GEORGES MESLIN, présentée par M. Mascart.

L'appareil dont j'ai indiqué le fonctionnement dans une Note précédente [1], permet, en excitant l'une ou l'autre des deux bobines, de

[1] *Comptes rendus*, t. CXL, 26 juin 1905, p. 1683.

mesurer les deux déviations α' et α'' à partir d'une position initiale quelconque occupée par le corps dans l'axe du champ. Voici un exemple des nombres obtenus de cette façon :

n position initiale.	α'.	α''.	$\alpha' + \alpha''$.
47,50.........	32,75	34,50	67,25
52,50.........	34,25	34	68,25
56,00.........	35	33,50	68,50
61,50.........	37	31,50	68,50
68............	37,50	30,50	68
79............	40,50	28	68,50
92,50.........	43	25	68
110,75.........	49,25	21	70,25
124,50.........	52	18	70
150,50.........	58,50	12	70,50
167...........	62	8,25	70,25

Ce Tableau montre immédiatement la constance approximative de la somme $\alpha' + \alpha''$, bien que chacun des termes varie dans de larges limites, et cette constance nous fournit une propriété de la courbe représentative des déviations observées à partir des différents points; en nous reportant à l'interprétation donnée antérieurement des deux valeurs α' et α'', on voit que la somme des déviations est constante pour *deux positions initiales* symétriques par rapport au point médian des deux pièces polaires, dont l'une seulement est directement excitée. Cette propriété, qui est liée à la présence de l'autre pièce polaire aimantée par influence, nous servira ultérieurement pour connaître la loi de variation d'un tel champ. Elle s'interprète simplement en prenant pour origine le point médian, et, si l'on désigne par z la déviation à partir d'une position x, on aura

$$z = \frac{c}{2} + f(x),$$

c représentant la valeur de la somme constante et $f(x)$ étant une fonction impaire, de façon que l'on ait

$$f(x) = -f(-x),$$

par suite,

$$z' = \frac{c}{2} + f(x), \qquad z'' = \frac{c}{2} + f(-x)$$

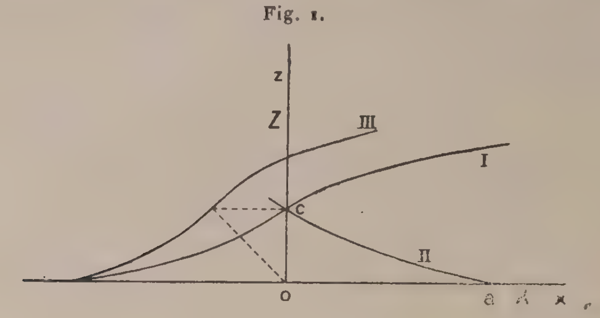
d'où

$$z' + z'' = c.$$

La courbe présentera donc un centre au point correspondant et l'on

aura une représentation graphique analogue à celle de la figure 1 (courbes I et II).

Fig. 1.



Mais ce qu'il faut connaître pour comparer l'action sur les différents corps, c'est, non pas la déviation produite à partir d'une position *initiale* donnée, mais la déviation correspondant à une position *finale* déterminée : on transforme aisément la courbe précédente en remarquant que l'ordonnée doit être portée, non pas à l'abscisse x, mais à une nouvelle abscisse représentant le point d'arrivée, c'est-à-dire égale à la première augmentée de la déviation elle-même ou de l'ordonnée; la nouvelle courbe aura donc pour équation

$$Z = z = \frac{c}{2} + f(x), \qquad X = x + z = \frac{c}{2} + x + f(x),$$

où x est un paramètre variable; mais $x + f(x)$ étant, comme $f(x)$, une fonction impaire, on peut démontrer que la courbe en question sera également pourvue d'un centre qui, cette fois, ne coïncidera pas avec le point médian. Cette courbe (courbe III de la *fig.* 1), ayant été tracée avec soin pour le corps de comparaison, on connaîtra ainsi, en chaque point du champ, une valeur proportionnelle à $km\mathrm{H}\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial x}$; lorsque ensuite on opérera sur un autre corps, il suffira d'avoir, par une seule expérience, un point de sa courbe, ce qui fera connaître de la même façon $k'm'\mathrm{H}\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial x}$ en ce point : en comparant à la valeur donnée pour l'eau en ce même point par la courbe transformée, on aura la valeur de $\frac{k'm'}{km}$ (1). La forme particulière des pièces

(1) Quant à la première série de déterminations faites avec le corps de comparaison, elle constitue l'étude du champ par la connaissance de $\mathrm{H}\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial x}$; par exemple, pour le champ considéré ici, on est conduit à la relation $\mathrm{H} = \sqrt{\mathrm{A}x^2 + \mathrm{B}x + \mathrm{C}}$.

polaires est susceptible d'apporter encore de nouvelles simplifications qui peuvent ne pas se présenter, bien que les considérations précédentes gardent la même valeur.

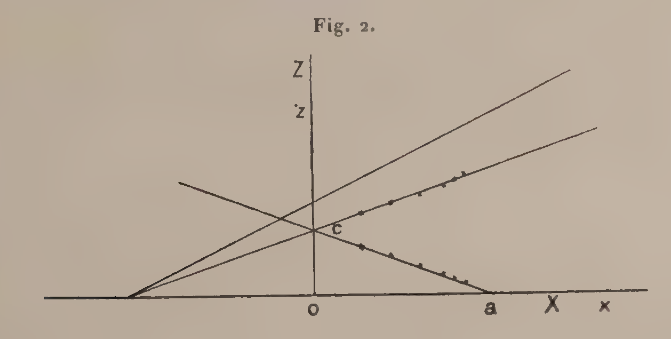
En construisant, en effet, la courbe des valeurs de z, c'est-à-dire des valeurs de α' et α'' précédemment données, on reconnaît que dans un grand intervalle cette courbe est très exactement une droite, non seulement au voisinage du point médian, mais jusqu'aux points où l'action devient nulle et même au delà de ces points; on a donc ainsi trois repères qui permettent de reconnaître facilement dans quelle région du champ se trouve le corps.

Dans cet intervalle on a, pour représenter la déviation à partir d'un point x, la relation

$$z = \frac{c}{2a}(a - x),$$

c étant la valeur de la somme constante et a l'abscisse du point où l'action est nulle, c'est-à-dire sa distance au point médian (*fig.* 2).

Fig. 2.



La transformée de cette droite fournit une nouvelle droite dont l'équation est

$$Z = \frac{c}{2a - c}(a - X),$$

c'est une droite dont les ordonnées sont relevées dans le rapport de $2a$ à $2a - c$; en particulier, son ordonnée à l'origine qui correspond à l'action exercée au point médian est égale à $\frac{ca}{2a - c}$, qui représente $km\text{H}\frac{\partial \text{H}}{\partial x}$ en ce point.

Si maintenant on opère avec un autre corps, on aura une droite analogue qui passe évidemment par le point d'abscisse a où l'action est nulle; un seul point suffira donc pour la déterminer, ou plutôt une seule expérience fera connaître la valeur de la nouvelle somme constante c'; la force au même point, au point médian, par exemple, sera exprimée par $\frac{c'a}{2a - c'}$ et représentera $k'm'\text{H}\frac{\partial \text{H}}{\partial x}$, d'où l'on déduit

$$\frac{k'm'}{km} = \frac{c'}{c} \times \frac{2a - c}{2a - c'}$$

qui fera connaître le rapport du coefficient d'aimantation à l'aide du rapport $\frac{c'}{c}$ modifié par un terme de correction; on tiendra compte, comme d'habitude, de l'action de l'air.

Telle est la méthode que j'ai employée pour mettre en évidence de faibles différences dans les coefficients d'aimantation.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une nouvelle préparation du rubidium et du cæsium.* Note de M. L. **Hackspill**, présentée par M. H. Moissan.

Dans ses recherches sur le calcium et ses composés, M. Moissan a démontré que ce métal alcalino-terreux réduisait, au rouge sombre, les chlorures de potassium et de sodium, en déplaçait le métal alcalin (¹) et que ce dernier, si l'on opérait dans le vide, n'attaquait même pas le verre.

La préparation électrolytique du calcium, en quantité notable, réalisée industriellement à Bitterfeld, permet aujourd'hui d'employer, avec facilité, de grandes quantités de métal alcalino-terreux.

Nous avons repris l'étude de cette réaction en l'étendant à la décomposition des autres chlorures des métaux alcalins tels que le rubidium et le cæsium.

A cet effet, nous disposons, dans une nacelle de fer, un mélange de calcium en petits fragments et de chlorure de rubidium ou de cæsium. Ces chlorures ont été préparés avec soin, fondus à l'abri de l'air et ne contiennent pas d'humidité.

Cette nacelle est disposée dans un tube de verre dans lequel on peut faire le vide à la trompe à mercure. Ce tube a la forme d'un V très ouvert et porte un ajutage vertical soudé à la pointe du V et que l'on peut ensuite séparer par un trait de chalumeau.

Lorsque le vide est fait dans l'appareil, on chauffe légèrement la partie horizontale du tube qui contient le mélange de 12^g de chlorure de rubidium et de 3^g de calcium en tourure. Dès que la température atteint 400° à 500°, il se produit déjà un anneau métallique au delà de la nacelle et, si l'on chauffe davantage, la décomposition du chlorure ne tarde pas à se produire avec un dégagement de chaleur suffisant pour volatiliser tout le métal alcalin.

Ce dernier coule bientôt le long du tube de verre et vient se réunir dans le tube vertical. Dès que l'expérience est terminée, ce tube est scellé par un trait de chalumeau et l'on obtient ainsi, avec facilité, une dizaine de grammes de métal pur. L'expérience ne demande pas plus de 15 minutes. Cette décomposition fournit un métal aussi pur que celui que l'on obtient dans le procédé d'Erdmann et Kœthner : réduction de l'hydrate alcalin par la limaille de magnésium ou par la limaille d'aluminium (Beketoff). Elle présente l'avantage d'être plus rapide et de donner un meilleur rendement.

(¹) H. Moissan, *Recherches sur le calcium et ses composés* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XVIII, 1899, p. 289).

Nous avons étendu ces recherches au chlorure de lithium; ce dernier est également réduit avec facilité par une légère élévation de température, à la condition toutefois qu'il ait été parfaitement desséché, grâce à une fusion prolongée dans un courant de gaz acide chlorhydrique sec. Mais, le lithium étant beaucoup moins volatil que le rubidium et le cæsium, nous n'avons pu obtenir jusqu'ici qu'un alliage de calcium et de lithium dont nous n'avons pu séparer le métal alcalin.

CHIMIE MINÉRALE. — *Comparaisons des propriétés, essais et classification des aciers ternaires*. Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. Ditte.

Nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie les résultats de nos recherches sur les aciers ternaires; c'est-à-dire, les alliages de fer, de carbone et d'un autre corps; nous avons étudié successivement la micrographie et les propriétés mécaniques des aciers au nickel, au manganèse, au chrome, au tungstène, au molybdène, au silicium, au vanadium, à l'aluminium, au titane, à l'étain et au cobalt.

Si l'on se rapporte aux microstructures que nous avons rencontrées dans cette étude, on voit que tous ces aciers ternaires peuvent être ramenés à l'un des types suivants :

1° Aciers perlitiques;
2° Aciers martensitiques;
3° Aciers en fer γ;
4° Aciers à carbure;
5° Aciers à graphite.

Les propriétés d'un acier perlitique dépendent sensiblement du corps étranger introduit dans l'alliage fer-carbone : avec le nickel les propriétés sont améliorées; avec l'étain on a des produits qui ne sont pas susceptibles d'être laminés. Un acier martensitique est assurément à charge de rupture et limite élastique élevées, allongements et strictions faibles. Il est dur, difficile à travailler, on doit faire entrer dans cette classe les aciers à troostite qui ont à peu près les mêmes propriétés.

Les aciers à fer γ ont une limite élastique très basse, de magnifiques allongements et une très grande résistance au choc; généralement ils sont difficiles à travailler.

Les aciers à carbure sont ou des aciers au chrome, ou des aciers au tungstène, ou des aciers au molybdène, ou enfin des aciers au vanadium [1].

---

[1] Quand nous parlons d'aciers à carbure nous entendons par là des alliages qui présentent des grains libres de carbure toujours de teneur en carbone inférieure à 0,850.

Il est à noter que, quelles que soient les conditions de refroidissement, les grains de carbure semblent affecter des formes parfaitement distinctes suivant le métal étranger; ils affectent une forme sphérique pour les aciers au chrome; ils se présentent en filaments fins et déliés pour les aciers au tungstène et au molybdène; le carbure est en grains généralement triangulaires dans les aciers au vanadium.

Nous avons attaqué les propriétés générales de ces différents aciers, qui varient très peu avec la teneur en métal étranger. Les aciers à graphite se distinguent aisément par simple observation après polissage.

En résumé : Nos recherches sur les aciers spéciaux montrent bien que l'observation micrographique d'un acier spécial ternaire permet de tirer des conclusions extrêmement intéressantes, au point de vue de leurs emplois industriels, et même de leur composition; le seul cas de l'acier perlitique est douteux. Il est vrai que c'est le plus fréquent au point de vue industriel.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le sulfate ferrique hydraté. Transformations moléculaires.* Note de M. **A. Recoura.**

Dans une Note précédente (*Comptes rendus,* 26 juin 1905), j'ai montré qu'une solution concentrée de sulfate ferrique, conservée dans un flacon *fermé*, se dédouble spontanément en sulfate basique solide

$$6[Fe^2O^3, 3SO^3]Fe^2O^3, Aq$$

qui se dépose et sulfate acide (ou mélange de sulfate neutre et d'acide sulfurique) qui reste dissous; et j'ai fait voir que ce phénomène de dédoublement, qui est généralement très lent, est d'autant plus rapide que la solution est plus concentrée et peut même se produire en quelques heures pour de très grandes concentrations.

Évaporation de la dissolution de sulfate ferrique. Sulfate jaune. — Ces faits permettent d'expliquer les résultats que l'on obtient quand on évapore une solution de sulfate ferrique, dans le but de préparer le sulfate ferrique hydraté. Voici quels sont les phénomènes que l'on observe :

Si l'on abandonne à l'air libre une solution concentrée de sulfate ferrique, on voit apparaître au bout de quelques jours au fond de la liqueur un germe solide. Ce germe, une fois formé, se développe avec une extrême rapidité et, en une demi-journée, toute la liqueur se solidifie sous la forme d'une masse spongieuse, bourgeonnée, jaune safran. Cette matière solide, résultat de l'évaporation de la dissolution de sulfate ferrique, n'est pas, *au moins au début,* du sulfate ferrique. Si, en effet, alors que la matière est

encore légèrement humide, on la délaye dans de l'alcool absolu, elle se partage immédiatement en sulfate basique $6[Fe^2O^3, 3SO^3]Fe^2O^3$, Aq insoluble dans l'alcool et en sulfate acide de composition variable soluble dans l'alcool. Ainsi, dans un échantillon ayant pour composition brute $Fe^2O^3, 3SO^3, 11H^2O$, le traitement par l'alcool a montré que 89 pour 100 du fer étaient à l'état de sulfate basique solide, le reste à l'état de sulfate acide $Fe^2O^3, (6,43)SO^3$.

Il est dès lors facile de comprendre ce qui s'est passé pendant l'évaporation. Quand la liqueur a atteint une plus grande concentration, le phénomène de dédoublement dont je parle plus haut s'est produit très rapidement et la liqueur a déposé du sulfate basique en abondance, qui a envahi toute la masse et qui est imprégné par ce qui reste de la dissolution, c'est-à-dire par une liqueur très acide. C'est un mélange et non pas une combinaison.

Mais, si on laisse la matière humide se dessécher à l'air sec, on constate que, lorsqu'elle a atteint la composition $Fe^2O^3, 3SO^3, 9H^2O$, elle n'est plus dédoublée par l'alcool absolu. Le sulfate basique s'est donc alors combiné avec l'acide sulfurique (ou avec le sulfate acide) qui l'imprègne. Ainsi donc, *quand on abandonne une solution de sulfate ferrique à l'évaporation, la solidification se fait en deux phases. Quand la liqueur a acquis une concentration suffisante, elle dépose du sulfate basique* $6[Fe^2O^3, 3SO^3]Fe^2O^3$, Aq *et elle se prend en quelques heures en une masse bourgeonnée humide qui est un mélange du sulfate basique et d'une liqueur acide; puis la liqueur acide se combine avec le sulfate basique et l'on obtient un produit solide jaune qui a pour composition* $Fe^2O^3, 3SO^3, 9H^2O$. C'est du moins là la composition de l'ensemble du produit obtenu. Mais il était à prévoir d'après la façon dont ce composé a pris naissance qu'il ne doit pas être homogène. Et, en effet, si l'on analyse, non plus la totalité du produit, mais des échantillons pris en différents points de la masse, on constate qu'ils n'ont pas exactement la même composition; les uns sont un peu basiques, les autres un peu acides. Ainsi donc l'évaporation spontanée d'une dissolution de sulfate ferrique donne un sulfate hydraté jaune qui n'est pas pur.

Transformation du sulfate jaune en sulfate blanc. — Mais on peut transformer le sulfate jaune en un sulfate isomère blanc qu'on peut obtenir à l'état pur. Ayant observé que certains échantillons de sulfate jaune se transforment parfois spontanément à la longue en un produit absolument blanc, de même composition, j'ai recherché quelles sont les circonstances qui favorisent cette transformation et je suis arrivé au mode opératoire suivant. On

laisse évaporer une solution de sulfate ferrique jusqu'à siccité complète et l'on obtient ainsi le sulfate jaune impur dont je viens de parler.

On réduit la *totalité* de cette substance en poudre très fine et on la mélange de façon à avoir un produit bien homogène, qui a la composition brute Fe^2O^3, $3SO^3$, $9H^2O$. On délaye rapidement cette poudre avec un peu d'eau ($12H^2O$), de façon à avoir une bouillie claire qu'on étend avec un pinceau sur une assiette en couche très mince. Au bout de 24 heures, cette couche de peinture est absolument sèche et le produit, qui était jaune safran, est devenu absolument blanc. On constate facilement que ce produit a la même composition dans toutes ses parties, Fe^2O^3, $3SO^3$, $9H^2O$.

Ainsi, *sous l'influence d'une petite quantité d'eau, qui a provoqué, ainsi qu'on le verra plus loin, un dédoublement complet du sulfate jaune, les éléments du sulfate se sont recombinés à nouveau pendant l'évaporation de l'eau, et dans des conditions différentes, en donnant un sulfate blanc, homogène, qui est une variété isomère du sulfate ferrique hydraté.*

Différences de propriétés entre le sulfate jaune et le sulfate blanc. — Ces deux variétés de sulfate, qui ont la même composition, Fe^2O^3, $3SO^3$, $9H^2O$, ont des propriétés très différentes. Le sulfate blanc se dissout assez lentement dans l'eau, tandis que le sulfate jaune y est soluble instantanément.

Le sulfate blanc est soluble sans dédoublement dans l'alcool à 96°. Mais le sulfate jaune est complètement dédoublé en 24 heures en sulfate basique $6[Fe^2O^3, 3SO^3]Fe^2O^3$ insoluble dans l'alcool et en sulfate acide Fe^2O^3, $4SO^3$ soluble. Ainsi donc, le sulfate jaune se comporte vis-à-vis de l'alcool à 96° comme une combinaison peu stable de sulfate basique et d'acide ferrosulfurique. Mais les deux sulfates se dissolvent sans dédoublement dans l'alcool absolu.

Si l'on délaye le sulfate jaune avec une petite quantité d'eau ($9H^2O$) et si, au bout d'un quart d'heure, on traite la pâte ainsi obtenue par un excès d'alcool absolu, on constate que le sulfate jaune a été dédoublé par l'eau en sulfate basique insoluble dans l'alcool et en sulfate acide. L'exposition du sulfate jaune à l'air humide produit le même résultat. Le sulfate blanc dans les mêmes conditions n'est pas dédoublé.

Il résulte de ces faits que le sulfate jaune et le sulfate blanc ont une constitution différente. Le sulfate jaune se comporte comme une combinaison assez peu stable de sulfate basique et de sulfate acide, et ceci correspond à son mode de formation; le sulfate blanc est beaucoup plus stable.

Mais ces différences ne persistent pas à l'état de dissolution. Une fois dissous, le sulfate blanc, le sulfate jaune, et aussi le sulfate anhydre se comportent exactement de la même façon. En particulier, les trois dissolutions ont exactement le même abaissement moléculaire de congélation.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dilactide droit.* Note de MM. E. JUNGFLEISCH et M. GODCHOT.

Wislicenus, après avoir étudié l'action de la chaleur sur l'acide sarcolactique, a formulé la conclusion suivante : « Ces recherches donnent comme résultat que *l'acide lactique optiquement actif, entre* 135° *et* 150°, …, *se change complètement en l'éther anhydride de l'acide lactique de fermentation, optiquement inactif* (*Ann. der Chem.*, t. CLXVII, p. 320) ». Les résultats de nos observations ne s'accordent pas avec ces conclusions. En variant les expériences de Wislicenus, nous avons vu que le dilactide-$(d+l)$ se forme seulement quand on prolonge pendant longtemps l'action de la chaleur, l'acide lactique-*d* se changeant peu à peu en un dérivé inactif par compensation, conformément à une règle générale énoncée par l'un de nous.

En réduisant au minimum la durée de la distillation, il est au contraire possible d'obtenir le dilactide-*d*, c'est-à-dire un composé actif.

Lorsqu'on chauffe 10g d'acide lactique-*d* sirupeux et pur (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 720) vers 70°, dans un petit appareil distillatoire vide d'air ($H = 0^m,025$), presque toute l'eau se trouve éliminée après une heure environ; on porte ensuite la température entre 150° et 155°, en maintenant la même pression, et l'on distille; la plus grande partie du produit passe rapidement et cristallise en refroidissant. On reprend par l'éther pur et sec; la liqueur concentrée fournit des cristaux très nets de dilactide-*d* qu'on sépare et qu'on purifie par recristallisation dans le même dissolvant.

En opérant ainsi, on n'obtient qu'une seule sorte de cristaux et le dilactide-$(d+l)$ n'apparaît pas. Il n'en est plus de même quand on distille un poids d'acide lactique-*d* plus considérable, l'action prolongée de la chaleur déterminant la transformation. Dans le second cas, on peut séparer le dilactide-*d* du dilactide-$(d+l)$ en fractionnant les cristallisations.

Le dilactide-*d* ainsi obtenu a donné à l'analyse et à la cryoscopie des résultats qui correspondent à la formule $C^6H^8O^4$.

M. Wyrouboff, et nous tenons à l'en remercier, a bien voulu déterminer les constantes cristallographiques du dilactide-*d* : les cristaux sont orthorhombiques et portent des facettes hémiédriques. M. Wyrouboff a déterminé aussi la forme cristalline du dilactide-$(d+l)$; celui-ci est triclinique, c'est-à-dire très différent de son isomère actif. Nous donnerons ailleurs le détail de ces déterminations dont le rapprochement présente beaucoup d'intérêt.

Le dilactide-*d* fond à 95°, c'est-à-dire à 25 degrés plus bas que le dilactide-$(d+l)$. Il distille vers 150° sous la pression $0^m,025$, soit à 25 ou 30 degrés au-dessous du dilac-

tide-$(d+l)$. Il est très hygroscopique. Il est plus soluble que son isomère dans l'éther, dans l'alcool absolu, dans la benzine et dans le choroforme.

Le pouvoir rotatoire du dilactide-d présente certaines particularités : le corps est lévogyre alors que l'acide générateur est dextrogyre; de plus ce pouvoir paraît singulièrement élevé si on le compare à celui de l'acide lactique-d. En solution benzénique et à 18°, le dilactide-d donne $\alpha_D = -298°$, pour une solution contenant $1^g,1665$ dans 100^{cm^3}. Cette valeur diminue un peu avec la dilution de la liqueur : $\alpha_D = -280°$, pour une solution contenant moitié moins de dilactide-d ($0^g,5832$); $\alpha_D = -246°$, pour une solution contenant quatre fois moins de dilactide-d ($0^g,2916$). En s'éthérifiant doublement, molécule à molécule, pour former le dilactide-d, l'acide lactique-d produit donc un composé à pouvoir rotatoire à peu près centuplé.

Au contact de l'eau froide, le dilactide-d s'hydrate et se dissout peu à peu, plus rapidement toutefois que le dilactide-$(d+l)$; la liqueur devient acide, par formation d'acide lactyllactique-d, une des fonctions éthérées du dilactide-d étant détruite par l'eau. Ce fait est établi ici plus aisément qu'avec le dilactide-$(d+l)$, sur l'hydratation duquel nous avons déjà appelé l'attention (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 504). On peut d'ailleurs montrer de diverses manières la transformation par l'eau du dilactide-d en acide lactyllactique-d, puis en acide lactique-d.

Quand on observe sur une solution aqueuse du dilactide-d, obtenue rapidement à froid, on trouve au début un pouvoir rotatoire beaucoup moindre que celui du dilactide-d, mais cependant considérable; même à basse température, ce pouvoir rotatoire diminue progressivement. Par exemple, $0^g,117$ de dilactide-d, formant avec l'eau 30^{cm^3} de solution, on a trouvé d'abord, à 13°, $\alpha_D = -192°,8$; puis, après 2 heures, $\alpha_D = -141°$; après 6 heures, $\alpha_D = -111°$; après 12 heures, $\alpha_D = -59°,8$; après 48 heures, $\alpha_D = -42°,7$; et après 72 heures, $\alpha_D = -8°$. L'acide lactyllactique-d, soluble et actif, produit par l'hydrolyse partielle du dilactide-d, s'hydrate donc peu à peu et se change en acide lactique-d, avec lequel il forme un équilibre en présence de l'eau.

Si l'on chauffe la liqueur à 100°, les mêmes changements s'opèrent, mais beaucoup plus rapidement.

Lorsqu'on neutralise immédiatement au carbonate de zinc la liqueur fournie par l'hydratation à froid du dilactide-d, on obtient, après concentration à basse température, une liqueur très chargée, présentant un pouvoir lévogyre considérable. Cette liqueur est formée surtout de lactyllactate-d de zinc. Nous n'avons pas réussi à obtenir à l'état cristallisé

ce sel instable, mais sa solution fournit des réactions caractéristiques. Abandonnée à froid, pendant longtemps, elle dépose peu à peu du lactate-*d* de zinc cristallisé et, simultanément, la liqueur devient de plus en plus acide, 1^{mol} d'acide lactique-*d* se formant en même temps que 1^{mol} de lactate-*d* de zinc. Si, au lieu d'abandonner à froid la solution de lactyllactate-*d* de zinc, on la chauffe, les mêmes phénomènes se produisent plus rapidement.

Ces décompositions effectuées, soit à froid, soit à chaud, sont accompagnées d'un abaissement considérable du pouvoir rotatoire; le lactyllactate-*d* de zinc, qui est très actif, produit du lactate-*d* de zinc à pouvoir lévogyre faible, et de l'acide lactique-*d* libre, à pouvoir dextrogyre plus faible encore (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 720). C'est ainsi qu'une solution qui donnait à l'origine une déviation $a_D = -7°,5$, ne donnait plus, dans les mêmes conditions, mais après quelques heures de chauffage à 100°, qu'une déviation $a_D = -0°,3$.

Les expériences de divers chimistes sur des corps actifs variés ont déjà établi que les éthérifications, semblables à celles qui entrent en jeu dans la formation de l'acide lactyllactique-*d* et du dilactide-*d*, élèvent le pouvoir rotatoire; mais, dans aucun cas, on n'a constaté des augmentations approchant de celles qui viennent d'être signalées. Il sera intéressant de rapprocher de ces résultats ceux fournis par l'étude de l'acide lactique-*l* et du dilactide-*l*.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrogénation des cétoximes. Synthèse d'amines nouvelles*. Note de M. A. **Mailhe**, présentée par M. H. Moissan.

Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 1691), j'ai montré que les aldoximes subissaient l'hydrogénation régulière en présence des métaux divisés, nickel et cuivre, et se transformaient en un mélange d'amines primaire, secondaire et tertiaire; celle-ci étant produite toujours en très petite quantité. Les cétoximes subissent une réduction identique avec production d'un mélange d'amines primaire et secondaire.

Acétoxime. — L'hydrogénation de l'acétoxime $CH^3.C = NOH.CH^3$, faite en présence du nickel divisé chauffé vers 150°-180°, fournit un liquide qui, après séparation de l'eau par la potasse solide, laisse par le fractionnement $\frac{1}{3}$ de produit bouillant à 32°, constitué par l'amine primaire, l'*isopropylamine;* $\frac{2}{3}$ d'un liquide bouillant à 84°,

formé par la *diisopropylamine* $\left(\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!>\!CH\right)^2NH$. Enfin, au-dessus de 84°, il distille jusque vers 105° une petite quantité d'un liquide à odeur vireuse qui est vraisemblablement constitué par un mélange de l'amine secondaire et de l'amine tertiaire, la *triisopropylamine* $\left(\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!>\!CH\right)^3N$.

Méthyléthylcétoxime. — La méthyléthylcétoxime $\begin{matrix}C^2H^5\\CH^3\end{matrix}\!>\!CH = NOH$ s'hydrogène régulièrement en présence du nickel divisé chauffé entre 150°-200°. On obtient un liquide d'où on isole facilement par la distillation : 1° une amine primaire, l'*amino-2-butane* $\begin{matrix}C^2H^5\\CH^3\end{matrix}\!>\!CH.NH^2$ bouillant à 63° sous 760^{mm}, signalée par Brühl et Mentchoutkine. Elle donne un chlorhydrate et un carbonate en fines aiguilles, tous deux déliquescents, et un chloroplatinate en aiguilles prismatiques; 2° une fraction importante (environ les $\frac{2}{3}$ du liquide recueilli), formée par l'amine secondaire, la *dimétho-1-propylamine* $\left(\begin{matrix}C^2H^5\\CH^3\end{matrix}\!>\!CH\right)^2NH$ qui n'avait pas encore été isolée jusqu'ici. Elle constitue un liquide incolore d'odeur végétale non désagréable, très soluble dans l'eau, bouillant à 132° sous 758^{mm}; $d_0^0 = 0,7833$. Par action du gaz chlorhydrique elle fournit un chlorhydrate déliquescent. L'oxalate obtenu par action directe de l'acide oxalique fond à 104°; 3° une faible quantité d'un liquide bouillant jusqu'à 160°, d'odeur désagréable d'essence de rue, contenant sans doute une petite quantité de l'amine tertiaire $\left(\begin{matrix}C^2H^5\\CH^3\end{matrix}\!>\!CH\right)^3N$. Cette amine étant inconnue, il m'a paru intéressant de chercher à la produire par différentes voies.

J'ai d'abord essayé de pratiquer l'hydrogénation de la méthyléthylcétoxime à une température supérieure à 200°. A 250°, l'activité du nickel est trop grande : le métal scinde l'oxime et l'on obtient du gaz ammoniac, de l'eau et du butane, sans formation appréciable d'amine.

Le cuivre, dont les effets catalytiques sont moins puissants que ceux du nickel, me laissait espérer que la scission de l'oxime n'aurait pas lieu. En effet, même à 300°, on a hydrogénation régulière de la méthyléthylcétoxime avec production d'amines primaire et secondaire; l'amine tertiaire n'a pas encore pris naissance par cette voie.

Méthylpropylcétoxime. — A 180°-200°, la méthylpropylcétoxime $\begin{matrix}CH^3\\C^3H^7\end{matrix}\!>\!C.NOH$ est transformée en présence du nickel réduit en un liquide d'où le fractionnement permet d'isoler : 4 parties d'amine primaire, l'*amino-2-pentane* $\begin{matrix}C^3H^7\\CH^3\end{matrix}\!>\!CH.NH^2$ bouillant à 90°; 6 parties d'amine secondaire, la *dimétho-1-dibutylamine* $\left(\begin{matrix}C^3H^7\\CH^3\end{matrix}\!>\!CH\right)^2NH$, sans quantité appréciable de l'amine tertiaire correspondante. L'amine primaire donne, par action de l'isocyanate de phényle, la phénylmétho-1-propylurée

$$CO\!<\!\begin{matrix}NHC^6H^5\\NH.CH\!<\!\begin{matrix}CH^3\\C^3H^7\end{matrix}\end{matrix}$$

en cristaux prismatiques fondant à 120°.

L'amine secondaire, qui n'avait jamais été isolée, est un liquide d'odeur végétale, non désagréable, bouillant à 177° sous 750mm, $d_0^0 = 0,7916$. Elle fournit un chlorhydrate très déliquescent et, par l'action de l'isocyanate de phényle, une phényldimétho-1-dibutylurée

$$CO\begin{cases} NHC^6H^5 \\ N\left(CH\begin{cases} CH^3 \\ C^3H^7 \end{cases}\right)^2 \end{cases}$$

qui recristallise de l'alcool chaud en aiguilles, fondant à 134°.

Dans ce cas, l'action du nickel à 250° scinde encore la molécule de méthylpropylcétoxime en gaz ammoniac, eau et carbure d'hydrogène. Le cuivre divisé conduit à la formation exclusive des amines primaire et secondaire.

On voit que l'hydrogénation directe des oximes, pratiquée à l'aide des métaux divisés, nickel et cuivre, permet d'obtenir régulièrement avec de bons rendements les amines primaires et secondaires. Or les amines secondaires provenant de la réduction des cétoximes, c'est-à-dire celles où le résidu NH est greffé sur un terme secondaire CH, sont généralement très difficiles à obtenir. Sauf la diisopropylamine, elles sont toutes inconnues. L'hydrogénation directe des cétoximes en présence du nickel ou du cuivre divisés permet, au contraire, de les atteindre aisément.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la synthèse d'une nouvelle leucine.* Note de MM. L. **Bouveault** et **René Locquin**, présentée par M. A. Haller.

M. Ehrlich a récemment extrait, des résidus du désucrage à la strontiane des mélasses du sucre de betterave, où elle se trouve mélangée à la leucine ordinaire gauche, une nouvelle leucine droite qu'il a appelée *isoleucine* (*D. ch. G.*, t. XXXVII, p. 1809).

La fermentation des jus de betterave donnant naissance non seulement à l'alcool isopropyléthylique, dont la parenté avec la leucine ordinaire est évidente, mais aussi à l'alcool méthyl-éthyl-éthylique actif, il nous a semblé que celui-ci devait se rattacher de la même manière à la nouvelle leucine, hypothèse qui nous conduisait à considérer cette dernière comme étant l'un des quatre acides *α-amino-butyl* (*secondaire*) *acétique*

$$CH^3 - CH^2 - \underset{\substack{|\\ CH^3}}{CH} - \underset{\substack{|\\ NH^2}}{CH} - CO^2H.$$

(Cet acide contenant 2 atomes de carbone asymétriques doit en effet exister sous quatre formes énantiomorphes deux à deux.)

Ayant antérieurement décrit une nouvelle méthode de préparation des acides α-aminés (*Bull. Soc. chim.*, t. XXXI, 1904, p. 1176 et 1180), nous nous en sommes servis pour vérifier par la synthèse l'hypothèse que nous venons d'exposer.

Nous avons employé comme matière première l'alcool butylique secondaire que nous avons transformé en son iodure qui bout à 117°-119°. Ce dernier, réagissant sur l'acétylacétate d'éthyle sodé, le transforme en *butyl-* (secondaire) *acétylacétate d'éthyle,* liquide incolore bouillant à 111°-112° sous 19^{mm} ($D_0^4 = 0,976$) que l'hydrazine caractérise par une *pyrazolone* fusible à 158°-159° sur le bain de mercure (162 corr.).

Le sulfate de nitrosyle en solution sulfurique dédouble le butylacétylacétate d'éthyle en acide acétique et *oximidobutyl-* (*second.*) *acétate d'éthyle* ou *oxime du méthyléthyl-pyruvate d'éthyle* $C^2H^5—\underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}}—\underset{\displaystyle NOH}{\underset{\|}{C}}—CO^2C^2H^5$, liquide assez épais bouillant à 133°-134° sous 10^{mm} et facilement saponifiable par la potasse aqueuse. L'*acide* correspondant fond à 160°-161° (164° corr.) en se décomposant et se sublimant. Dans la préparation de cet éther oximidé il se fait, grâce aux vapeurs nitreuses, une petite quantité de *méthyléthyl-pyruvate d'éthyle* qui a été caractérisé par sa *semicarbazone* fusible à 80°-82° et par *celle de l'acide* correspondant qui, elle, fond à 206°-207° (212° corr.).

C'est l'oximidobutyl- (secondaire) acétate d'éthyle qui a été transformé en leucine. Une tentative faite avec l'amalgame de sodium nous a donné l'acide amidé attendu, mais avec de mauvais rendements. Comme les leucines sont des composés fondant mal et se prêtant difficilement aux comparaisons, nous avons cherché à en obtenir des dérivés plus caractéristiques. Nous avons ainsi préparé le *dérivé toluène parasulfonique* qui fond nettement à 139° (141° corr.) quand on le projette sur le mercure chaud.

Nous avons obtenu de meilleurs résultats en hydrogénant notre éther oximidé par l'amalgame de sodium en solution alcoolique refroidie, la neutralité de la solution étant maintenue par de continuelles additions d'alcool saturé de gaz chlorhydrique. Nous nous sommes ainsi procuré, avec un rendement d'environ 60 pour 100, l'*α-amino-butyl* (*second.*) *acétate d'éthyle,* éther éthylique de la leucine cherchée. C'est un liquide incolore d'odeur désagréable, bouillant à 90°-92° sous 15^{mm} ($D_0^4 = 0,957$).

Cet amino-éther se combine énergiquement en solution chlorhydrique avec le cyanate de potassium en donnant l'urée correspondante ou *α-uréobutyl* (*second.*) *acétate d'éthyle* qui constitue de beaux cristaux, peu solubles dans l'éther anhydre et fusibles à 81°.

La benzoylation du même amino-éther se fait intégralement par l'addition de chlorure de benzoyle à la dissolution refroidie de l'amine dans la pyridine anhydre. Le *dérivé benzoylé* obtenu est un liquide huileux bouillant sans décomposition à 213°-214° sous 19^{mm}. La potasse alcoolique saponifie le carboxéthyle de ce dérivé benzoylé

sans toucher au groupement benzoïque et l'on obtient ainsi le sel de potassium d'un nouvel homologue de l'acide hippurique, de l'*acide-α-benzoylaminobutyl* (*second.*) *acétique*. Ce dernier n'est pas déplacé par l'acide acétique et fond à 118° après avoir été pâteux dès 115°. Tel que nous l'avons obtenu il est naturellement racémique; nous nous proposons de le dédoubler en suivant les indications de M. Fischer, mais il est dès à présent intéressant de remarquer que le dérivé correspondant obtenu par M. Ehrlich à partir de son isoleucine se ramollit à 114° et fond à 116°-117°.

Nous nous attendions à obtenir dans cette synthèse deux racémiques différents à cause de l'existence des deux atomes de carbone asymétriques de la molécule; il semble ne s'en faire qu'un seul, car les nombreux dérivés cristallisés que nous avons obtenus ne se sont jamais présentés que sous une seule forme.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la spartéine. Caractère symétrique de la molécule.* Note de MM. **Charles Moureu** et **Amand Valeur**, présentée par M. H. Moissan.

Nous nous proposons d'établir que, dans la molécule de la spartéine, les positions occupées par les deux atomes d'azote sont symétriques l'une par rapport à l'autre.

Nous allons, à cet effet, fixer le même réactif d'abord sur l'un des azotes d'une molécule, ensuite sur l'autre azote d'une deuxième molécule, et montrer que les deux corps obtenus sont identiques.

Avant de commencer notre démonstration, nous rappellerons que, en ce qui concerne les deux iodométhylates isomériques α et α', dont le second a été récemment découvert par nous (*Comptes rendus*, 19 juin 1905), on doit admettre, d'après nos expériences, que l'isomérie des deux corps est d'ordre stéréochimique. Nous pourrons donc, dans ce qui suit, raisonner, comme si l'autre n'existait pas, sur l'un des isomères, soit l'isomère α, qui est le plus anciennement connu et de beaucoup le plus abondant dans toutes les opérations où l'un et l'autre se forment simultanément, et que nous appellerons simplement, pour la circonstance, *iodométhylate de spartéine* ($[\alpha]_D = -22°,75$).

Désignons par A et B les deux atomes d'azote.

I. Soit l'iodométhylate de spartéine; supposons que l'iodure de méthyle soit fixé à l'azote A; il sera représenté par la formule schématique

$$\begin{matrix} CH^3 \\ I \end{matrix}\!\!>\!\underset{(A)}{Az}\!\!<\!\!\!-C^{15}H^{26}\!\!-\!\!\!>\!\underset{(B)}{Az}.$$

Ajoutons à ce corps, en solution dans l'eau, 1^{mol} d'acide iodhydrique; celui-ci se fixera évidemment en B, et la formule de l'iodhydrate d'iodométhylate formé sera

$$\begin{matrix}CH^3\\ I\end{matrix}\!>\underset{(A)}{Az}\lessgtr C^{15}H^{26}\gtrless\underset{(B)}{Az}<\begin{matrix}H\\ I\end{matrix}.$$

Chauffons ce dernier composé vers 230°; d'après nos expériences antérieures (*Comptes rendus*, 19 juin 1905), 1^{mol} d'iodure de méthyle s'élimine, et il reste de l'iodhydrate de spartéine, où HI est nécessairement en B

$$\underset{(A)}{Az}\lessgtr C^{15}H^{26}\gtrless\underset{(B)}{Az}<\begin{matrix}H\\ I\end{matrix}.$$

Traitons maintenant la spartéine par les deux réactifs dans un ordre inverse, par HI d'abord, par ICH^3 ensuite. Il est tout à fait naturel d'admettre que l'acide iodhydrique, en agissant sur la base libre, attaque le même azote (le plus basique si le second l'est moins) que celui sur lequel se porte l'iodure de méthyle dans les mêmes conditions. L'expérience montre qu'il y a identité entre l'iodhydrate précédent, où HI était en B, et le nouvel iodhydrate, où HI est en A :

$$\begin{matrix}H\\ I\end{matrix}\!>\underset{(A)}{Az}\lessgtr C^{15}H^{26}\gtrless\underset{(B)}{Az}\quad \text{identique à}\quad \underset{(A)}{Az}\lessgtr C^{15}H^{26}\gtrless\underset{(B)}{Az}<\begin{matrix}H\\ I\end{matrix}.$$

II. Sur cet iodhydrate, où HI est en A, fixons ICH^3, lequel se portera nécessairement sur l'azote libre, l'azote B; on constate que l'iodhydrate d'iodométhylate ainsi formé, où HI est en A et ICH^3 en B, est identique à l'iodhydrate d'iodométhylate précédent, où ICH^3 était en A et HI en B :

$$\begin{matrix}H\\ I\end{matrix}\!>\underset{(A)}{Az}\lessgtr C^{15}H^{26}\gtrless\underset{(B)}{Az}<\begin{matrix}CH^3\\ I\end{matrix}\quad \text{identique à}\quad \begin{matrix}CH^3\\ I\end{matrix}\!>\underset{(A)}{Az}\lessgtr C^{15}H^{26}\gtrless\underset{(B)}{Az}<\begin{matrix}H\\ I\end{matrix}.$$

III. Enfin, traitons cet iodhydrate d'iodométhylate (HI en A, ICH^3 en B) par les alcalis; nous enlevons HI et nous libérons l'iodométhylate où ICH^3 est en B; ce dernier se trouve identique à l'iodométhylate initial, où ICH^3 était en A :

$$\underset{(A)}{Az}\lessgtr C^{15}H^{26}\gtrless\underset{(B)}{Az}<\begin{matrix}CH^3\\ I\end{matrix}\quad \text{identique à}\quad \begin{matrix}CH^3\\ I\end{matrix}\!>\underset{(A)}{Az}\lessgtr C^{15}H^{26}\gtrless\underset{(B)}{Az}.$$

Il est donc indifférent d'attaquer l'un ou l'autre des deux atomes d'azote de la spartéine par le même réactif : on forme dans les deux cas le même composé. De plus, si deux réactifs différents attaquent successivement les deux azotes de la même molécule, l'ordre dans lequel on les fait agir est également indifférent : on obtient toujours le même double dérivé.

Ces faits établissent que les deux atomes d'azote sont équivalents, c'est-à-dire occupent dans la molécule des positions symétriques.

Cette conclusion est en désaccord complet avec des expériences récentes de MM. Scholtz et Pawlicki.

D'après ces savants (*Arch. de Pharm.*, 1904), si l'on fixe l'iodure d'éthyle sur l'iodométhylate de spartéine, on obtient un corps différent de celui qui prend naissance par l'action de l'iodure de méthyle sur l'iodoéthylate de spartéine; en d'autres termes il existerait deux iodures doubles isomériques

$$(CH^3I)\underset{(A)}{Az}C^{15}H^{26}\underset{(B)}{Az}(C^2H^5I) \quad \text{et} \quad (C^2H^5I)\underset{(A)}{Az}C^{15}H^{26}\underset{(B)}{Az}(CH^3I).$$

En répétant les expériences de MM. Scholtz et Pawlicki, nous avons reconnu que ni à 120°, température indiquée par ces auteurs, ni même à 150°, l'iodure d'éthyle ne réagit sur l'iodométhylate de spartéine; à 200°-205° une réaction se produit, mais elle est d'un tout autre ordre, et consiste dans la production d'éthylène et de diodhydrate de spartéine.

Cette réaction est facile à interpréter : la fonction basique libre de l'iodométhylate a soustrait à l'iodure d'éthyle, avec mise en liberté d'éthylène, les éléments de l'acide iodhydrique, qui se sont fixés sur l'iodométhylate; l'iodhydrate d'iodométhylate ainsi formé a perdu ensuite CH^3I, et la fonction basique devenue ainsi libre a de nouveau fixé HI aux dépens de l'iodure d'éthyle.

Nous n'avons pas étudié aussi complètement l'action de l'iodure de méthyle sur l'iodo-éthylate de spartéine; mais nous nous sommes assurés qu'à 120°, température à laquelle ces auteurs auraient observé une réaction, et même à 140°, l'iodoéthylate mis en expérience demeurait inattaqué.

L'erreur de MM. Scholtz et Pawlicki vient sans doute de ce qu'ils se sont contentés, pour caractériser les corps, de déterminer leurs points de fusion, sans s'inquiéter des pouvoirs rotatoires, dont la mesure est autrement sûre et précise.

Aussi, ayant observé que, si l'on traite la spartéine successivement par l'iodure de méthyle et l'acide iodhydrique, on obtient le même iodhydrate d'iodométhylate que si l'on fait agir les deux réactifs dans l'ordre inverse, ont-ils conclu à tort, selon nous, à une transposition moléculaire dans l'une des deux réactions, convaincus par leurs expériences sur les iodures doubles de la non symétrie de la formule de la spartéine (*loc. cit.*).

En résumé, nos expériences autorisent à formuler cette conclusion, capitale pour la constitution de la spartéine : *les deux atomes d'azote occupent dans la molécule des positions symétriques*.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur un sulfate chromique dont l'acide est partiellement dissimulé*. Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. G. Lemoine.

La dissolution d'un oxyde métallique dans un acide étendu d'eau fournit par définition un sel dissous. Celui-ci, neutre, acide ou basique, suivant les proportions des corps réagissants, devrait conserver les propriétés chimiques essentielles du genre de sel obtenu, ses caractères analytiques. Or je

vais montrer que la dissolution de l'oxyde chromique dans l'acide sulfurique étendu et froid donne une variété de sulfate dans laquelle l'acide sulfurique résiste aux réactifs, tandis que jusqu'ici on n'a obtenu des corps analogues qu'en modifiant les sels ordinaires par la chaleur.

Je prépare l'oxyde chromique hydraté en précipitant à froid par l'ammoniaque l'alun de chrome violet. Cet oxyde est vert : lavé à froid, il est délayé dans une quantité insuffisante d'acide sulfurique très étendu : on filtre au bout de 36 heures après de fréquentes agitations. La dissolution, constamment verte, répond alors à la formule

$$Cr^4(SO^4)^5(OH)^2 \qquad (\text{dans } 10^{cm^3} : Cr^2O^3,\ 0^g,1355;\ SO^4Ba,\ 0^g,514).$$

Elle ne paraît pas être un mélange; car, évaporée à froid dans le vide, elle laisse un corps amorphe qui, repris par l'alcool à 90°, donne une solution qui conserve la composition initiale ($Cr^2O^3 = 0,112$; $SO^4Ba = 0,435$).

Dans ces dissolutions, l'acide sulfurique devrait être entièrement précipitable par $BaCl^2$, en vertu du mode de formation. Or 3^{mol} sulfuriques seulement sont immédiatement précipitées, tandis que les deux dernières résistent [1], de sorte que le mélange $[Cr^4(SO^4)^5(OH)^2 + 4BaCl^2]$ ne s'éclaircit qu'avec une extrême lenteur et renferme encore, quoique limpide, les éléments du sulfate de baryum, même au bout de 15 jours ou après une ébullition de quelques minutes.

La Thermochimie confirme ce résultat, car j'ai constaté que l'addition de 1^{mol} de $BaCl^2$ à 1^{mol} de pentasulfate dégage 5000^{cal}; le nombre s'élève à 15200^{cal} avec $3BaCl^2$ donnant un dépôt de 3^{mol} de SO^4Ba; mais il ne dépasse pas 15500^{cal} avec $4BaCl^2$. La quatrième molécule de chlorure de baryum n'a donc pas d'action sensible sur le pentasulfate chromique.

Il semble ainsi que l'acide sulfurique, en s'unissant à l'hydrate chromique à la température ordinaire où la polymérisation de l'oxyde ne se fait pas, produit deux états différents : l'état salin ordinaire et l'état dissimulé. A vrai dire, ce sont plutôt deux variétés d'un même état salin. Toutes deux résultent, en effet, d'une véritable combinaison, d'un échange de valences entre radicaux acides et radicaux basiques, et non pas d'une juxtaposition de corps saturés. Toutes deux se forment dans des conditions identiques et avec des énergies comparables, variant de 12^{Cal} à 16^{Cal} par molécule de SO^4H^2, d'après mes mesures. Toutes deux se détruisent par la potasse. Leur seule différence notable réside dans la lenteur avec laquelle les sels de baryum réagissent sur le sulfate dissimulé. Cette résistance n'est même pas indépendante des conditions physiques. Elle diminue rapidement quand on élève la température, même pour les sels à acide dissimulé

---

(1) Dans les pentasulfates obtenus à chaud, la proportion d'acide dissimulé est différente (Favre et Valson; Recoura).

obtenus à 100°. Il y a plus : à la température ordinaire, une dissolution de pentasulfate redevenue limpide en dépit du $BaCl^2$ qui n'a pas encore réagi, se trouble par concentration à froid ou par addition d'une nouvelle quantité de $BaCl^2$. De sorte que la résistance aux sels de baryum est vraiment trop inconstante pour servir de caractère à un genre de sel spécial; ce n'est qu'une propriété relative. Et, en somme, on retrouve dans cette étude tous les caractères des réactions à vitesses discontinues que j'ai signalés antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1451).

Théorie de l'état dissimulé. — La constitution des éthers ayant été déduite de celle des sels, on ne peut expliquer la différence entre la variété saline et la variété dissimulée par un rapprochement entre cette dernière et les éthers organiques. Elle ne s'explique pas davantage par la combinaison plus énergique, plus exothermique, de l'acide dissimulé; car alors cet état se trouverait surtout dans les sels alcalins, ce qui n'est pas.

A mon avis, la résistance de l'acide dissimulé aux réactifs tient surtout à la non-existence de sels correspondants. Dans le cas qui nous occupe par exemple, le chlorure obtenu par la décomposition du sulfate relève de l'oxyde chromique normal, tandis que le sulfate contient une base condensée dont la destruction est nécessaire pour former le chlorure. Formulons le phénomène : supposons pour simplifier (mais ce n'est pas indispensable), que l'oxyde chromique normal soit simplement $Cr(OH)^3$. L'oxyde vert condensé sera $O\begin{smallmatrix}\diagup Cr(OH)^2 \\ \diagdown Cr(OH)^2\end{smallmatrix}$. Notre pentasulfate qui contient Cr^4 renferme deux de ces molécules condensées unies par un radical SO^4.

Ce sulfate : $\left[\begin{matrix} SO^4H-Cr\diagdown & & & \diagup Cr-SO^4H \\ \diagup & \rangle SO^4 & SO^4\langle & \diagdown \\ O-Cr\diagup & -SO^4- & & \diagdown Cr-O \end{matrix}\right]$, sous l'action de $BaCl^2$, laissera remplacer ses trois radicaux SO^4 par trois Cl^2 et fournira 2^{mol} de chlorosulfate $\begin{matrix} Cl.\ Cr-SO^4H \\ \diagdown \\ Cl^2.Cr-O \end{matrix}$ dérivées de l'oxyde condensé. Mais l'action de $BaCl^2$ sur ce chlorosulfate n'est possible qu'à la condition de détruire l'oxyde condensé pour obtenir $CrCl^3 + Cr(OH)Cl^2$, et c'est ce travail de destruction qui, s'opposant à l'action du chlorure de baryum, fait varier la vitesse de décomposition.

Si cette hypothèse est plausible, on devra constater ces dédoublements successifs par la cryoscopie; de plus, le mélange final, formé de corps normaux $CrCl^3 + Cr.OH.Cl^2$, ne contiendra pas de chlore dissimulé.

Ces deux conséquences sont vérifiées de point en point par l'expérience. Ainsi une solution de notre pentasulfate à $0^{mol},1$ par litre abaisse le point de congélation de $0°,58$. L'addition de 3 $BaCl^2$, doublant le volume, donne un abaissement de $0°,70$ et correspond à un dédoublement complexe mais non douteux. La précipitation totale de SO^4 donne un abaissement de $1°,15$ (soit $2 \times 0,58$) dans un volume double du volume primitif, soit 4^{mol} chlorées pour 1^{mol} de pentasulfate. Quant aux chlorures issus de la transformation totale, ils précipitent immédiatement et totalement par l'azotate d'argent avec un dégagement de chaleur qui s'éloigne peu de 14^{Cal} du premier au dernier atome de chlore précipité.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Les figures de pression ou de percussion sur les métaux plastiques cristallisés.* Note de MM. F. **Osmond** et G. **Cartaud**, présentée par M. H. Moissan.

Si l'on appuie une pointe fine contre la surface, préalablement polie et débarrassée de toute trace de peau écrouie, d'un métal plastique cristallisé en grains suffisamment gros, on obtient des figures intéressantes.

Comme la pression statique et la percussion donnent les mêmes résultats, la première, qu'il est plus facile de régler, doit être employée de préférence. On se sert d'une aiguille à coudre bien trempée dont on peut au besoin réaffuter la pointe. Cette aiguille est montée sur un levier articulé; on la pose avec précautions contre la surface à étudier, normalement, et l'on charge l'extrémité du levier de poids connus variant suivant la dureté du métal.

Les empreintes sont examinées au microscope en lumière verticale. Elles sont constituées par des groupements de lignes, courbes sur le fer, généralement droites sur les autres métaux plastiques du système cubique qui possèdent, comme l'a montré Mügge, des plans dits *de translation*.

Nous avons commencé nos études détaillées par celle du fer que nous possédions en cristaux de dimensions convenables pour la taille.

Sur la face p du cube, on a, autour de l'empreinte de la pointe comme centre, une croix dont les branches, parallèles aux diagonales du carré, sont formées de plissements s'enveloppant les uns les autres. La figure a quatre axes de symétrie respectivement parallèles aux côtés et aux diagonales de la face du cube.

Sur troncature b^1, on obtient encore une croix, mais dont les branches ne sont plus rectangulaires. Les angles aigus sont tournés vers les intersections de la troncature avec la face p qui lui est perpendiculaire et les bras qui sont les côtés de ces angles tendent à se souder par des enveloppes communes. Il n'y a plus que deux axes de symétrie.

Sur troncature b^2, la figure est analogue, mais deux des bras de la croix sont moins développés que les autres. Les axes de symétrie se réduisent à un seul.

Sur troncature a^1, la figure est complexe et délicate. Elle comporte trois axes de symétrie respectivement parallèles aux trois hauteurs du triangle équilatéral. Sur chacun des axes, on peut trouver : 1° entre le point d'impact et l'angle de la troncature auquel aboutit la hauteur considérée, des lignes à peu près droites et parallèles à la base opposée; 2° entre cette base et le point d'impact, des lignes conjuguées se détachent de l'axe, comme des branches, et ont d'abord l'apparence de spirales qui, prolongées, se recourbent en s'enveloppant contre les deux axes de symétrie adjacents. Les prolongements de deux systèmes peuvent aussi se souder après inflexion. Du reste, la figure n'est jamais complète sur une empreinte isolée : certaines parties manquent, que l'on trouve sur d'autres empreintes de la même face.

Sur troncature a^2, il ne reste qu'un axe de symétrie, perpendiculaire à la base du triangle isoscèle. La figure représente assez bien un papillon dont les ailes sont normales à l'axe; le corps, parallèle à cet axe, est strié de lignes parallèles à la base du triangle et, de l'autre côté de l'impact, c'est-à-dire vers cette base, se détachent de grandes antennes qui vont rejoindre les ailes.

Sur troncature $a^{\frac{1}{2}}$, on n'a également qu'un seul axe de symétrie, encore perpendiculaire à la base du triangle isoscèle. La figure est formée de deux nappes à peu près circulaires : celle qui est placée à l'opposé de la base par rapport à l'impact est de beaucoup plus grande et plus nette que l'autre.

En résumé, les figures de pression sont caractéristiques, avec une certaine approximation, de l'orientation cristallographique d'une coupe donnée, au même titre que les figures de corrosion, et dépendent comme elles de la symétrie du cristal et de sa structure intime.

Elles peuvent donc être la base d'une nouvelle méthode générale d'investigation permettant d'aborder les problèmes suivants :

1° Différencier par certaines particularités spécifiques deux corps cristallisant dans le même système.

2° Orienter cristallographiquement une coupe de direction inconnue. Cette donnée peut être d'une utilité pratique, la fragilité du fer et des aciers doux étant liée à la position des clivages du cube et les recherches de Stead ayant prouvé que le laminage peut exercer, dans certaines conditions restées complètement obscures, une influence sur l'orientation cristallographique des grains.

3° Obtenir une mesure de l'écrouissage. Toutes choses égales d'ailleurs, les figures sont plus petites sur métal écroui que sur métal recuit.

4° Obtenir des renseignements sur les processus de la déformation des cristaux plastiques. Si, par exemple, on plie à bloc autour d'un axe quaternaire une bande de 3^{mm} de largeur, découpée dans un cristal de fer, et

que, après avoir limé et poli la surface déformée parallèlement à une face p, on pratique une série d'empreintes à l'aiguille sous charge constante, on trouve que la croix persiste partout, mais qu'elle pivote dans l'espace en fonction de l'angle de pliage. Sur la coupe, parallèle à une face p primitive, d'une barrette de traction dont l'axe est parallèle à un axe quaternaire, on voit la croix s'atrophier au fur et à mesure que la contraction augmente et les branches disparaissent presque complètement au voisinage de la section de rupture. Il semble donc qu'une déformation poussée suffisamment loin détruise la structure cristalline du fer.

Ces recherches sont poursuivies.

ANTHROPOLOGIE. — *Ethnogénie des Dravidiens : Predravidien de type nègre et Protodravidien de type blanc.* Note de M. L. **Lapicque**, présentée par M. Edmond Perrier.

Si l'on considère le spécimen ordinaire des cinquante millions d'hommes qui peuplent l'Hindoustan au sud du 20e parallèle et parlent un idiome dravidien, on trouve un type qui par certains caractères rappelle le nègre, et par d'autres le blanc. C'est ce type qu'on a généralement considéré comme représentatif d'une race dravidienne. Haeckel en a même fait une espèce, *Homo Dravida*.

Au milieu de cette population, mais enkystés pour ainsi dire dans les jungles qui couvrent le flanc des montagnes, vivent en tribus éparses quelques milliers d'individus plus négroïdes. En étudiant la variation des caractères anthropologiques dans les *castes*, c'est-à-dire dans un système hiérarchique de groupes sociaux donnant lieu à une ségrégation imparfaite, on observe une gradation régulière des Dravidiens civilisés de la plaine aux sauvages de la montagne ([1]).

La prétendue race dravidienne apparaît ainsi comme le résultat d'un métissage : dans la série que j'ai étudiée, à un bout se trouvent les *Nayer*, presque blancs, à l'autre les *Panyer*, presque nègres : mais ces deux groupes ethniques extrêmes sont eux-mêmes métissés; par extrapolation on peut reconstituer à peu de chose près les types primitifs.

La reconstitution complète de ces types ne m'est pas encore possible, mon étude, faite surtout en vue de reconnaître l'existence même de la gra-

([1]) Voir *Comptes rendus*, 5 et 19 juin 1905.

dation, n'ayant porté que sur un petit nombre de caractères; mais les documents que j'ai recueillis permettent déjà de fixer les traits distinctifs de ces types et d'en indiquer les affinités.

Il y a un type nègre qui peut être défini tel, parce qu'il avait la peau noire, le nez large et plat, la bouche épaisse, les cheveux crépus.

Ce dernier caractère est généralement nié, même par ceux qui considèrent l'élément dravidien comme essentiellement platyrhinien (Risley). En effet, les cheveux sont le plus souvent lisses, même dans des castes où l'aspect négroïde est déjà prédominant; chez les Panyer les cheveux sont généralement frisés sans plus. Des mulâtres de nègre africain présenteraient, pour des traits du visage également négritiques, une forte proportion de chevelures incontestablement crépues. Voici les faits sur lesquels je me fonde pour affirmer les cheveux crépus du type primitif aujourd'hui introuvable dans la Péninsule.

1° Le caractère de la chevelure se modifie graduellement dans ce sens avec les autres caractères négroïdes : les castes serviles de la plaine ayant les cheveux généralement lisses ou ondulés, les Malasser sont frisés huit fois sur dix.

2° Dans un voyage précédent aux îles Andaman, j'ai observé une femme Négrito pure dont les cheveux étaient, comme tous ceux de sa race, crépus à l'extrême (diamètre moyen des spires : 2^{mm}); d'un père inconnu, probablement Hindou, elle avait deux enfants, une petite fille (4 ans), dont les cheveux fins, soyeux, étaient à peine ondulés, et un petit garçon (18 mois) dont les cheveux frisés (diamètre des boucles : 15^{mm}) ressemblaient plus à des cheveux frisés d'Européen qu'à des cheveux de mulâtre.

Enfin, on a noté (Montono), aux Philippines, et j'ai noté moi-même dans la Péninsule malaise que les métis de Négritos incontestables ont généralement des cheveux ondulés.

J'en conclus que le caractère du cheveu négrito n'est pas aussi marqué dans la descendance en cas de croisement que pour le cheveu du nègre africain. C'est un caractère qu'on peut appeler *récessif,* bien qu'il ne s'agisse pas d'un vrai caractère mendélien. Si donc l'on admet, comme j'y suis conduit pour diverses autres raisons, à rapprocher le nègre indien primitif du Négrito, il est facile de comprendre que les métis n'aient pas les cheveux vraiment crépus, même quand le sang noir est prédominant.

Par les caractères que nous venons d'indiquer le type en question rentre dans le type nègre général, mais il est petit, il n'est pas prognathe. Ces deux caractères le séparent des nègres africains et océaniens et le rapprochent du sous-type négrito. De celui-ci il ne diffère que par un caractère, mais très net, il est dolichocéphale.

Le nègre primitif de l'Inde était donc un nègre particulier dont la place dans la classification anthropologique soulève des questions intéressantes.

Le type qui s'indique chez les *Nayer* apparaît comme clair de peau, leptorhinien, avec des cheveux lisses sans raideur (euplocame) : c'est donc un blanc. Il est grand, très dolichocéphale, avec un système pileux du corps et du visage très développé. Ce type, avec tous ses caractères géné-

raux et particuliers, je le reconnus à l'état pur lorsque, à la fin de mon voyage, je visitai les Todas des Nilghivris.

Les Todas ont beaucoup attiré l'attention depuis trois quarts de siècle; le plateau élevé qui constitue leur gisement étant devenu le grand sanatorium de l'Inde, un grand nombre d'Européens ont eu l'occasion de les voir et ont signalé avec étonnement leur beau type « caucasique » ou « sémitique ». Ils tranchent, en effet, sur le Dravidien ordinaire, encore plus sur les populations noires du Waïnaad, telles que les Panyer, qui sont leurs voisins sur la carte, mais avec une dénivellation de 1000^{m} ou davantage. Voici côte à côte les moyennes de ces deux groupes au point de vue des trois mesures que j'ai prises :

	Indice nasal.	Indice céphalique.	Taille.
54 Panyer..............	84	74	154
33 Todas..............	68	72,7	169

Ces mesures des Todas feraient au contraire une suite naturelle à la série des castes du Malabar, que j'ai donnée dans une Note antérieure, et prendraient place immédiatement après celles des Nayer.

Dans la série des groupes que j'ai étudiés s'indique, en outre, un troisième type, leptorhinien et tendant à la brachycéphalie; il faut le considérer comme adventice, relativement récent. Entre Bombay et Madras, Risley a relevé une zone continue de mésaticéphales qu'il appelle *Scytho-Dravidiens*. Plus au sud, j'ai pu noter que le crâne d'indice élevé se propage avec les castes brahmaniques qui précisément ne sont point réellement dravidiennes. Les *Vellalas* de Coïmbatour on été influencés de cette manière; à Madras, Thurston a trouvé pour cette même caste un indice moyen de 74,1.

Il nous reste donc deux races fondamentales; voici comment je me représente la relation de ces races entre elles et la dénomination qu'il convient de leur appliquer.

Les Vellalas et les Nayer sont, d'après la discussion approfondie faite par Caldwell lui-même [1] le créateur du mot, les vrais *Dravidiens;* ils refusent à leurs esclaves le droit de s'appeler des noms nationaux dravidiens, Tamouls ou Malabars. Des éléments de cette discussion, malgré les conclusions opposées de Caldwell qui manquait d'information anthropologique, ainsi que de toutes les considérations géographiques, il résulte que le type noir, maintenant démontré, est *prédravidien*. Les Dravidiens primi-

---

(1) R. Caldwell, *A comparative grammar of the Dravidian on South Indian family of languages,* 2e édition. Londres, 1875; Appendice, p. 545.

tifs, les *Protodravidiens*, peuvent être considérés comme des blancs, et en somme très peu différents des Indo-Aryens; venus avant ceux-ci dans l'Inde, ils se sont mélangés profondément aux noirs qu'ils avaient réduits en esclavage de la même façon que les créoles des Antilles se sont mélangés à leurs esclaves nègres : et c'est ainsi que s'est formée la population dravidienne actuelle.

ZOOLOGIE. — *Sur quelques points de la morphologie des Schizopodes.* Note de M. H. Coutière, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Dans un essai très étudié d'une classification des Malacostracés, W.-T. Calman [1], se basant sur les travaux de Claus, de Boas, de Hansen et les siens propres, propose de réunir, sous le nom d'*Eucarida*, les Décapodes et les Euphausidæ, et sous celui de *Peracarida*, le reste de l'ancien groupe des Schizopodes, Mysidæ, Lophogastridæ, en même temps que les Isopodes et les Amphipodes.

Les affinités des Euphausidæ et des Décapodes inférieurs, des Pénéides surtout, sont indiscutées depuis les travaux de Boas et de H.-J. Hansen, J'ai moi-même mis en relief plusieurs ressemblances importantes avec les Alpheidæ, entre autres la présence d'organes épipodiaux jusque sur la cinquième paire de pattes thoraciques. Mais il se trouve exister, entre les Eucyphotes inférieurs (Hoplophoridæ et les Lophogastridæ des points communs très remarquables, de sorte que la séparation de ces Schizopodes d'avec les Euphausidæ est beaucoup moins absolue que ne l'indique Calman. Je me borne à les énoncer sous forme d'un tableau à double entrée :

Gnathophausia spp.	Rostre rectiligne, à dents faibles et espacées. .	Hoplophoridæ nombr. spp.
Id.	Une carène dorsale tranchante ou épineuse.	*Notostomus.* *Procletes.*
Id.	Deux carènes parallèles aboutissant l'une (*a*) à une épine ou crête sus-orbitaire, l'autre (*b*) à une épine ptérygostomiale très saillante. Une troisième carène plus courte entre les deux autres (*c*).	*Procletes.* *Notostomus.* *Hoplophorus* (*b*). *Heterocarpus.* *Gonatonotus.*

(1) *Ann. and Mag. Nat. Hist.*, 7e série, t. XIII, 1904, p. 156.

Lophogaster. *Gnathophausia* spp.	Carène ptérygostomiale (*b*) formant en partie le bord inférieur de la carapace, par suite de l'inflexion en dedans du bord vrai.	*Hoplophorus.* *Pasiphæa.* *Gennadas.*
Gn. gracilis.	Carène ptérygostomiale (*b*) épineuse en arrière.	*Hoplophorus* spp.
Id.	Pléosomite 1 épineux; pl. 2 avec deux épines opposées (seuls exemples connus).	*Procletes.*
Gn. spp.	Pléosomites 3, 4, 5, 6 épineux sur la ligne dorsale médiane.	Hoplophoridæ nombr. spp.
Ceratolepis.	Saillies articulaires entre le bord postérieur de la carapace et le premier pléosomite.	*Hoplophorus.* *Systellaspis.*
Gnathoph. spp.	Ophtalmopodes avec un tubercule interne.	Hoplophoridæ nombr. spp.
Lophogastridæ.	Scaphocérite à bord externe épineux (seuls exemples connus).	*Hoplophorus* spp.
Ceratolepis hamata G.O. Sars.	Scaphocérite à bord interne en pointe récurrente (seuls exemples connus).	*Hoplophorus Grimaldii* H. C.
Lophogaster.	Basicérite avec une forte saillie épineuse supéro-interne (ancécérite de S. Bate).	Hoplophoridæ *Benthesicymus* *Gennadas.*
Gnathophausia.	Mandibules indivises, processus molaire petit, *Lacini mobilis* irrégulièrement présente (une mandibule sur deux) ou absente.	Hoplophoridæ (traces chez certains *Atyidæ*, d'apr. Calman).
Lophogastridæ. (1)	*Lacinie* du coxopodite des maxilles : simple (1) ou très inégalement dédoublée (2), un lobe accessoire dans les deux cas.	Hoplophoridæ. (2)
Gnathophausia.	Des organes lumineux.	Hoplophoridæ.
Gnathophausia.	Des épipodites doubles sur les pattes thoraciques, l'une des deux parties se réduisant à un tubercule sétifère (β).	La majorité des Eucyphotes.

Ce dernier caractère n'est visible en entier que chez les ♀ des *Gnathophausia,* où la branche horizontale de l'épipodite α, au lieu de pénétrer parmi les branchies, se dirige en dedans et en bas et devient un oostégite. L'identité de ces épipodites avec ceux des Eucyphotes est particulièrement frappante sur les spécimens non encore ovés, où les oostégites sont très réduits. Les tubercules sétifères (β) n'ont aucune relation avec eux, sauf celle d'une insertion contiguë et, comme ils sont plus développés encore que chez les Hoplophoridæ, tout en jouant le même rôle, ils constituent la

preuve la plus forte de la nature épipodiale de ces organes, que j'ai cherché à établir dans une précédente Note.

Ces épipodites correspondent aux branchies des Euphausidæ, également portées par la coxopodite, également dédoublées au moins sur les membres postérieurs (*Thysanopoda*, *Nematoscelis*, *Bentheuphausia*). Comme l'a montré Calman avec beaucoup de justesse, il faut se garder d'une comparaison avec les deux épipodites que l'on remarque chez l'*Anaspides* et qui sont distincts totalement même sur le troisième maxillipède (1).

Je crois que chez ce remarquable Crustacé, de même que chez les Branchipes, ces deux épipodites appartiennent respectivement l'un au coxopodite, l'autre (proépipodite) au troisième article de la base du membre, dont H.-J. Hansen a eu le mérite de montrer l'existence chez les divers Arthropodes (2).

Chez les Lophogastridæ, les Euphausidæ et les Eucyphotes, les deux organes épipodiaux sont simplement des moitiés de l'épipodite initial dédoublé (comme les *lacinies* des maxilles sont des moitiés du lobe initial leur correspondant chez les Phyllopodes). Sur les maxillipèdes de la première paire des Eucyphotes, cette bifurcation est très faible ou nulle, elle s'accentue sur le membre suivant (podobranchie et épipodite à insertion commune) et devient totale ou à peu près sur les autres (branchies doubles des Euphausidæ, parties α et β chez les Eucyphotes, β et oostégite chez les *Gnathophausia,* arthrobranchie et lame α chez les Pénéides).

Quant au proépipodite, présent chez l'*Anaspides* et les Branchipes, absent chez les *Apus*, c'est lui qui va donner aussi, chez les Décapodes inférieurs et les Lophogastridæ, le reste de l'appareil respiratoire par le même mécanisme. Les deux groupes d'arthrobranchies résultant de sa bifurcation sont très visibles chez ces derniers. Chez les Pénéides, Claus (3) a montré qu'il se formait trois séries de bourgeons branchiaux, puis quatre par dédoublement de la série proximale.

Or, les bourgeons de cette dernière ne sont autres que des proépipodites, existant sur le troisième article du membre, qui forme la paroi pleurale. Ils donneront la pleurobranchie et la deuxième arthrobranchie correspondant à chaque membre. Les bourgeons des deux premières séries sont les deux moitiés de l'épipodite, prématurément dédoublé.

Cela est si vrai que, sur le premier maxillipède des Pénéides, il n'y a ja-

---

(1) *Tr. R. Soc. Edinburgh,* t. XXXVIII, 1896, n° 23, p. 792, *Pl. II, fig.* 12-13.
(2) *Zool. Anzeiger,* t. XVI, 1893, p. 193-198, 201-212.
(3) *Neue Beitr. z. Morph. d. Crustaceen*, p. 42 et suiv., *Pl. III, fig.* 24-27.

mais que deux bourgeons branchiaux correspondant aux deux épipodites vrais, et dont la bifurcation reste toujours imparfaite ou nulle. Les *Gennadas* adultes le montrent avec une particulière netteté.

Ainsi, entre les Lophogastridæ et les Décapodes inférieurs (Eucyphotes et Pénéides), où l'épipodite et le proépipodite sont présents, et les Euphausidæ où le dernier manque, il y a la même différence qu'entre les Branchipes et les *Apus* parmi les Phyllopodes. Il est remarquable de voir l'appareil respiratoire persister à travers la classe entière des Crustacés, avec la même simplicité de plan et les mêmes organes. Mais, au point de vue spécial des affinités des Schizopodes, on voit qu'il est téméraire de conclure en faveur des seuls Euphausidæ, en faisant des Lophogastridæ un groupe évoluant isolément, et sans relations prochaines avec les Décapodes.

ZOOLOGIE. — *Les organes segmentaires au moment de la maturité sexuelle chez les Hésioniens et les Lycoridiens.* Note de M. **Louis Fage**, présentée par M. Edmond Perrier.

Dans une précédente Note (¹) j'ai montré que l'organe segmentaire des Lycoridiens, parfaitement adapté à la fonction excrétrice, ne se modifiait pas au moment de la reproduction pour servir de conduit vecteur aux produits génitaux. Ce perfectionnement de la néphridie peut encore avoir pour conséquence l'individualisation d'un conduit génital propre. Le fait ressort très nettement de l'étude attentive des organes segmentaires dans la famille des Hésioniens.

Chez les *Ophiodromus flexuosus* D. Chiaje, *Oxydromus propinquus* Mar. et Bob., *Kefersteinia cirrata* Kef., la néphridie est relativement simple. C'est un tube légèrement sinueux, très comparable comme aspect et comme situation à la néphridie des Euniciens et des Syllidiens immatures. Il s'ouvre à l'extérieur par un orifice, situé ventralement à la base du parapode, et dans la cavité générale par un étroit néphrostome. Au moment de la reproduction se forme, aux dépens du péritoine, un pavillon cilié très large qui se met en contact avec la néphridie. Celle-ci, désormais, peut servir à l'expulsion des produits génitaux.

Pour la *Magalia perarmata* Mar. et Bob., les faits se passent, d'une manière générale, comme dans les espèces précédentes. Cependant le pavillon cilié, qui apparaît en même temps que les éléments sexuels, n'a pas une forme régulière, ce n'est plus à pro-

---

(¹) *Comptes rendus*, 3 juillet 1905.

prement parler un véritable pavillon, mais une lame ciliée du péritoine, plus ou moins recourbée et fortement plissée.

Enfin, chez l'*Hesione pantherina* Risso, la néphridie est constituée tout différemment. Le tube excréteur, au lieu d'avoir un trajet à peu près direct, décrit des circonvolutions nombreuses, qui rappellent d'une manière frappante celles déjà signalées à propos des Lycoridiens. De plus, le néphrostome possède de longs flagellums, assimilables jusqu'à un certain point à ceux qui recouvrent les prolongements protoplasmiques du néphrostome des Lycoridiens. La néphridie de l'*Hesione pantherina* Risso est donc très évoluée dans le sens excréteur et ne subit aucune transformation lui permettant de conduire au dehors les œufs ou les spermatozoïdes.

Or, au voisinage du néphrostome se trouve un organe cilié, dont l'homologie avec le pavillon vibratile de la *Magalia perarmata* Mar. et Bob. n'est pas douteuse. Cet organe, signalé pour la première fois par Goodrich [1], est constitué par une partie de l'épithélium peritonéal lui-même, recourbé et portant, sur une de ses faces, de profonds sillons tapissés de cils vibratiles. Il se forme d'emblée, en même temps que la néphridie, et persiste sans se modifier pendant la maturité de l'animal. A sa base se trouve un volumineux organe phagocytaire, composé d'une trame cellulaire très nette, qui contient dans ses mailles des cellules à cytoplasma granuleux de forme irrégulière, analogues aux amibocytes du cœlome, et quelques gros macrophages.

Ainsi, parmi les représentants de la famille des Hésioniens que j'ai étudiés, le seul genre où la néphridie a pris un développement considérable est également celui où le pavillon génital (organe cilié) reste indépendant de la néphridie.

Dans la famille des Lycoridiens, la spécialisation de la néphridie est encore plus grande. Il existe aussi un organe cilié [2] de même constitution, et de même valeur morphologique que celui de l'Hésione, mais encore plus indépendant de la néphridie que chez celle-ci. Il est situé entre les muscles longitudinaux dorsaux et la paroi du corps, et apparaît également d'emblée, en même temps que la néphridie.

L'organe segmentaire d'un exemplaire mûr de la *Magalia perarmata* Mar. et Bob., par exemple, se compose de deux parties distinctes : l'une, la néphridie proprement dite, organe excréteur, et l'autre, le pavillon vibratile que l'on peut assimiler à un conduit génital rudimentaire. Or, l'*Hesione pantherina* Risso et les Lycoridiens nous montrent que, dans le cas où la néphridie se trouve dans l'impossibilité de livrer passage aux éléments sexuels, l'autre partie de l'organe, le pavillon vibratile, reste indépendant. S'il est encore trop peu différencié pour accomplir à lui seul l'expulsion des produits génitaux [3]; chez certains Capitelliens (*Dasybranchus caducus* Clp., *Masto-*

---

(1) *Quarterly journ. of micr. Sc.*, 1897.

(2) C'est le *dorsal ciliated organ* de Goodrich (*Quart. journ. of Micr. Sc.*, 1893).

(3) Pour l'*Hesione pantherina* Risso, le mode d'évacuation des produits génitaux n'a

branchus, etc.), il s'individualise complètement, acquiert une ouverture propre et devient un organe servant exclusivement à la ponte. Il en est de même chez les Oligochètes, où la localisation des conduits déférents dans une seule région est la conséquence de la localisation des glandes génitales elles-mêmes.

ZOOLOGIE. — *Le recul de la bouche chez les Chétopodes.* Note de M. C. Viguier, présentée par M. Edmond Perrier.

Je n'ai pu que tout récemment prendre connaissance d'un article publié par M. Ray-Lankester, sous le titre : *The Structure and Classification of the Arthropoda*, dans son *Quarterly Journal of Micr. Science*, paru en mars 1904.

C'est, nous dit l'auteur, une réimpression presque textuelle d'articles fournis par lui, près de quatre ans auparavant, à l'*Encyclopédie britannique;* et la raison principale de cette réimpression est que ces articles ne semblent pas avoir attiré suffisamment l'attention des zoologistes. Je crois donc répondre au désir du savant directeur du British Museum de provoquer les remarques des zoologistes en signalant un point limité, mais fort important, du sujet qu'il traite.

Pages 573 et 574, mettant en tableaux les différences, au point de vue de la constitution de la tête, entre les Chétopodes et les Arthropodes, il écrit : Degré x (audessous des Arthropodes), *Agnatha Aprosthomera* [c'est-à-dire n'ayant pas de segments en avant de la bouche (*voy.* p. 544, où il fait, de cette absence, la différence caractéristique entre les Chétopodes et les Arthropodes)]. « Sans mâchoires parapodiales; *sans addition de somites originairement post-oraux à la région préorale, qui est un simple lobe prostomial du premier somite;* le premier somite est perforé par la bouche, et ses parapodes ne sont pas transformés en mâchoires (Chétopodes) ».

Je suis tout à fait d'accord avec l'auteur sur la position *primitive* de la bouche des Chétopodes. J'en ai donné les raisons, en détail, dans un Mémoire sur les *Annélides pélagiques* (*Arch. de Zool. expér.*, 1886) évidemment ignoré de Lankester, ainsi qu'un autre *Sur la valeur morphologique de la tête des Annélides* (*Ann. des Sc. nat.*, 1902), où j'ai repris cette démonstration, confirmée encore par Malaquin : « La céphalisation des Annélides et la question du Métamérisme » (*Comptes rendus*, 28 mars 1904).

---

pas été observé. Chez les Lycoridiens, ce phénomène s'opère par rupture des téguments.

La nomenclature fort simple que je proposais en 1886 répond à tous les besoins. Je ne comprends guère que des auteurs récents parlent encore d'un *prostomium* et d'un *segment péristomial;* même lorsqu'ils ont parfaitement reconnu, comme H.-P. Johnson (*Am. Nat.*, 1902, p. 297) et Benham (*voy.* plus loin), un recul de la bouche.

1° Il n'y a pas de *prostomium* quand la bouche est absolument terminale; et, comme le dit Lankester dans la phrase citée plus haut, il n'y a, en fait de région préorale, qu'une portion plus ou moins importante du premier somite, tant que la bouche demeure sur ce premier somite. Il peut, d'autre part, y avoir un nombre variable de *somites prostomiaux*, lorsque le recul de la bouche est plus accentué.

2° Il ne saurait être question d'*un segment péristomial* que lorsque la bouche est nettement percée à la face ventrale d'un somite, quel que soit, du reste, le rang de celui-ci. L'expression n'a pas de sens lorsque la bouche est entre deux somites, ou s'étend sur un plus grand nombre, comme c'est le cas chez les Aphroditiens, les Amphinomiens, etc.

Il est curieux que Lankester, ayant admis, dès 1873, un « adaptational shifting of the oral aperture » chez les Arthropodes, dans « Primitive Cell-layers of the Embryo » (*Ann. Mag. of nat. Hist.*, mai 1873, p. 336), et en faisant justement, dans son travail actuel, la base de sa classification des Arthropodes en Mono, Di, et Triprosthomera, commette l'inconséquence d'opposer aux Arthropodes les Chétopodes comme *Aprosthomera,* alors qu'il dit (p. 576) dans sa bibliographie : « Benham décrit un recul de l'orifice buccal chez certains Chétopodes ».

On voit bien que Lankester ne connaît, à ce sujet, que l'introduction et les Notes ajoutées par Benham au travail de son élève Thomson sur un Aphroditien (*Proc. Zool. Soc. of London*, 1900, p. 974 et suiv.). Mais Thomson écrit que la position de la bouche semble être entre la deuxième et la troisième paire de parapodes; et Benham ajoute : « Ce recul de la bouche à travers un ou plusieurs segments se trouve chez les *Amphinomidæ,* les *Acoetidæ,* le *Chrysopetalum* et l'*Aphrodita; mais on n'a que peu remarqué* sa connexion avec le même phénomène, sur lequel Lankester fut le premier à attirer l'attention, en ce qui regarde les Arthropodes.»

Benham ne connaît évidemment pas non plus mon travail de 1886. Celui de 1902 est postérieur au sien.

Si Lankester ne s'était pas borné à une simple réimpression de ses articles, il aurait pu trouver (p. 303 et 304 de mon dernier Mémoire) toutes les indications sur le recul graduel de la bouche, non seulement chez les types visés par moi en 1886, mais chez d'autres; et, en particulier, chez le *Chrysopetalum occidentale* de H.-P. Johnson (*Proc. of the Calif. Ac. of Sc.,* 3e série, vol. I, n° 3), où elle se trouve entre le quatrième et le cinquième somite.

Aussi bien les faits mentionnés dans ce travail que ceux consignés dans

la Note de Benham montrent combien est inexacte la dénomination d'Aprosthomère que Ray-Lankester attribue aux Chétopodes; il est trop évident qu'on ne peut désigner ainsi un groupe d'animaux dans lequel, si la bouche est primitivement terminale, elle peut reculer au delà même de ce que l'on voit chez les Arthropodes, puisque le *Chrysopetalum* ci-dessus est Tétraprosthomère, suivant sa nomenclature.

Cette variabilité de position, qui se comprend fort bien dans un groupe où se trouvent des formes très primitives et d'autres fortement évoluées, ne laisse aux amateurs de grec barbare qu'un mot dans le genre de Pœciloprosthomères, devant lequel j'avoue reculer.

PHYSIOLOGIE. — *Numération des globules rouges du sang humain faite pour la première fois au sommet du mont Blanc, le* 20 *août* 1904. Note de M. **Raoul Bayeux**, présentée par M. Janssen.

Après avoir étudié sur le mont Blanc, en 1903, les modifications des combustions organiques, j'ai recherché, en 1904, les variations quantitatives des globules rouges du sang humain, entre Chamonix, les Grands-Mulets et le sommet du mont Blanc. Cette seconde partie de mes travaux biologiques m'a été facilitée, comme la première, par M. Janssen, qui m'a permis de bénéficier des ressources de la Société du mont Blanc et de séjourner de nouveau dans ses deux Observatoires.

Le sang nécessaire à mes expériences a été prélevé, avec toutes les précautions techniques désirables, sur moi-même et sur deux autres sujets qui m'ont accompagné au sommet de la montagne ; le premier, déjà préalablement aguerri par plusieurs ascensions au-dessus de 4000^{m}, le second, Parisien bien portant, mais venu pour la première fois à Chamonix et non acclimaté aux altitudes. Nos globules rouges, dilués dans du sérum de Marcano, ont été dénombrés sur un compte-globules de Malassez avec un microscope portatif de Zeiss.

Après avoir compté nos globules à Chamonix, j'en ai fait deux numérations aux Grand-Mulets : la première, quelques heures après notre arrivée à cette station, la deuxième, le lendemain, après une journée de repos. Au sommet du mont Blanc, la numération a été pratiquée après avoir passé la nuit dans l'Observatoire Janssen, sur mon sang et sur celui de mon premier sujet, le troisième compagnon s'étant trouvé dans un état de troubles organiques spéciaux qui aurait introduit une cause d'erreur dans les résultats (1). Les chiffres obtenus au Sommet doivent donc être comparés à ceux de la seconde numération faite aux Grands-Mulets.

---

(1) Ce sujet, ayant fait une seconde ascension plusieurs jours après, a pu rester longtemps au Sommet sans aucun malaise.

Enfin, pour étudier les effets d'une deuxième ascension, je suis remonté aux Grands-Mulets seul, après être redescendu à Chamonix, où j'avais de nouveau compté mes globules.

J'ai donc ainsi étudié : l'action d'une haute ascension, l'action d'un court séjour à une grande hauteur, l'action du passage à une station encore plus élevée, l'action du retour à l'altitude initiale, enfin l'action d'une seconde ascension proche de la première.

Voici les chiffres que j'ai obtenus :

Dates.	Altitudes.	R. Bayeux.	1er sujet.	2e sujet.
16 août 1904...	Chamonix (1050m)	4120000	4216000	6400000
17 » ...	Grands-Mulets (3020m)	4376000	4568000	6632000
18 » ...	Id.	4248000	4496000	6016000
20 » ...	Sommet du mt Blanc (4810m)	5112000	5064000	»
23 » ...	Chamonix	4244000	4312000	»
26 » ...	Grands-Mulets	4640000	»	»
27 » ...	Id.	4512000	»	»
3 sept. 1904..	Chamonix	4272000	4240000	»

La lecture de ce Tableau permet d'en tirer cinq conclusions principales :

1° Le sang humain subit une augmentation rapide et notable du nombre de ses globules rouges lorsque l'on passe d'une altitude à une altitude supérieure ;

2° Si l'on séjourne à cette dernière altitude, la quantité des globules constatée à l'arrivée diminue, au bout de quelques heures, d'un nombre relativement peu considérable ;

3° La descente à l'altitude du départ accentue cet abaissement globulaire; toutefois, le nombre des globules reste plus élevé qu'il n'était avant l'ascension ;

4° Une seconde ascension, effectuée avant que le taux globulaire n'ait récupéré sa valeur primitive à l'altitude du départ, provoque une nouvelle augmentation globulaire plus forte que la première ascension ;

5° Un sujet acclimaté aux altitudes subit des troubles globulaires moins considérables qu'un sujet non acclimaté; c'est ainsi que mon premier sujet s'est maintenu à un taux proche du mien aux différentes altitudes que nous avons atteintes; par contre, lorsque je commençai mes hautes ascensions à Zermatt, il y a plusieurs années, mon sang présentait un nombre de globules plus considérable et qui se rapprochait de celui de mon deuxième sujet pendant sa première ascension de 1904.

Au point de vue clinique, j'ai remarqué que l'augmentation du nombre

des globules coïncide avec des signes plus ou moins accentués du *mal des altitudes*. Et, si l'on rapproche ce fait de la diminution des combustions que j'ai constatée l'an dernier, on peut formuler cette loi : « Le mal des altitudes résulte d'une asphyxie par arrêt ou diminution des combustions, que j'appellerai une *dyspyrie*. »

Il y aurait donc une réelle utilité à dénombrer les globules rouges avant d'entreprendre une ascension; cette numération pourrait servir de *baromètre physiologique*.

Enfin, les variations personnelles du taux globulaire peuvent expliquer certaines anomalies notées par tous les auteurs dans l'apparition du mal des altitudes : à côté de la dépression barométrique *extérieure, météorologique*, indiquée par le recul de l'aiguille de l'appareil anéroïde, il y a la dépression du *baromètre physiologique, intérieur*, que signale l'augmentation du taux globulaire. La *dyspyrie des altitudes* est la résultante de ces deux facteurs et non pas seulement du premier.

Personne n'avait, avant moi, dénombré les globules rouges de l'homme au sommet du mont Blanc; je n'aurais pu moi-même le faire si je n'avais trouvé un abri convenable dans l'Observatoire que M. Janssen a édifié au point culminant de l'Europe, il y a 12 ans.

PHYSIOLOGIE. — *Les poisons intestinaux (actions, variations, répartition, nature; modes de défense)*. Note de MM. **Charrin** et **Le Play**, présentée par M. Bouchard.

Depuis les travaux du professeur Bouchard, la question des auto-intoxications est à l'ordre du jour. Des expériences depuis longtemps poursuivies sur les poisons de l'intestin nous ont permis d'observer d'intéressants phénomènes, en partie attribuables aux techniques mises en jeu ([1]).

([1]) Au lieu de stériliser le contenu du tube digestif par la chaleur à 100° qui détruit une foule de substances, ou la filtration sur porcelaine qui en retient une bonne part, nous avons eu recours à des tyndallisations successives à 57° ou 59°, températures insuffisantes pour détériorer notablement ces produits; de la sorte, on les injecte à peu près tels qu'ils sont et dans leur ensemble, tandis que la méthode des extraits n'utilise que les principes solubles dans l'excipient (alcool, éther, etc.) dont on use.

En outre, en variant les doses, les vitesses, les portes d'entrée, etc., on réalise des types analogues à ceux de la clinique, des intoxications suraiguës, subaiguës, chroniques, etc; de plus, grâce à des rétrécissements plus ou moins serrés, on oblige l'animal à résorber, à s'injecter à lui-même certains éléments nocifs du tube digestif.

A la suite des injections de ces poisons, on enregistre une série de modifications tant anatomiques que fonctionnelles. C'est ainsi que le sang s'appauvrit en hématies et en hémoglobine (diminution par millimètre cube environ d'un million; $v = 0,10$, au lieu de $0,13$). Ce type d'anémie rappelle ceux qu'on attribue à d'opiniâtres constipations ou à des tares de la muqueuse digestive favorables aux fermentations putrides. Nous avons, du reste, mis en évidence l'existence de composés hémolytiques et il est intéressant de noter que les appareils hématopoïétiques subissent l'influence de ces poisons. Dans la moelle des os la graisse disparaît; les érythrocytes, les débris globulaires sont abondants; on décèle une tendance à la sclérose et une indéniable Mastzellenleucocytose; dans la rate, les macrophages sont rares, la karyokinèse à peu près nulle, etc. Dans les intoxications rapides, le cœur est quelquefois dilaté; de préférence, au cours des formes lentes, on découvre un épaississement myocardique assez commun chez les nouveau-nés athrepsiques. L'action sur cet organe est directe ou dans certains cas s'exerce par le système nerveux.

En général, la bile est riche en pigments, les cellules hépatiques sont granuleuses; parsemé, comme nombre de tissus, d'îlots hémorragiques, le parenchyme du foie fournit des extraits très toxiques. Cette toxicité se retrouve dans les urines; en particulier chez les lapins porteurs d'obstructions cæcales, 9^{cm^3} à 12^{cm^3}, au lieu de 15^{cm^3} à 20^{cm^3}, tuent mille de matière vivante. Ces urines renferment, d'ailleurs, plus d'une fois de l'urobiline, de l'indican, avant tout de l'albumine; leur densité (1022 à 1027), Δ, l'acide phosphorique augmentent; le coefficient azoturique fléchit (0,73 à 0,80); les échanges sont troublés : à ces modifications correspondent des altérations rénales. On décèle également des lésions dans le névraxe (disparition partielle des corpuscules de Nissl), dans la peau (poils ternes ou tombant), dans les poumons (congestions réflexes ou directes), dans les parois intestinales dont les éléments, en vertu de la loi qui veut que le suc d'un organe provoque son activité, semblent en hyperfonctionnement, dans les os relativement pauvres en matières minérales et même déformés ([1]).

Remarquons qu'en clinique il est assez facile d'observer des phénomènes susceptibles d'être rapprochés de ces lésions (convulsions, délire; affections cutanées; flux de l'intestin; tares du squelette, etc.).

Évidemment, suivant une foule de circonstances (espèces, régime, âge,

---

([1]) Voir Charrin et Le Play, *Insuffisance de développement d'origine intestinale* (*Comptes rendus*, 14 mars 1904).

états pathologiques, etc.), ces poisons du tube digestif varient. Dans les entérites aiguës, par exemple, ils augmentent; par contre, durant les processus chroniques, ils paraissent habituellement moins actifs qu'à l'état normal. Peut-être faut-il incriminer des antagonismes bactériens ou le passage de quelques éléments hors du canal au travers des ulcérations de la muqueuse? Toutefois, c'est de préférence avec les zones du conduit alimentaire qu'on voit changer la teneur en composés nuisibles; à mesure qu'on s'éloigne de l'estomac, cette teneur va croissant pour atteindre son maximum dans la région cæcale; injectés dans les veines, 15^g à 20^g du contenu de cette région, dilués dans 3^{vol} d'eau salée, amènent la mort immédiate d'un lapin pesant à peu près 2^{kg} ([1]). Jusqu'à la valvule de Bauhin, ce contenu est liquide; dans le côlon ascendant s'opère une déshydratation (25 à 40 pour 100), sans laquelle la diarrhée serait un phénomène permanent.

Poursuivies au point de vue bactériologique, nos recherches montrent que sensiblement la courbe de la flore intestinale se superpose à celle de la toxicité. En se rapprochant de la fin de l'iléon, les germes deviennent de plus en plus nombreux et c'est encore dans les côlons que, spécialement en anaérobies, comme en formes bacillaires, la richesse microbienne est ordinairement plus marquée. Si même, on s'adresse exclusivement à la paroi, dans le duodénum ou le commencement de l'iléon, quelquefois la muqueuse est stérile; plus bas, le fait est inouï et c'est ce qui explique, conformément à nos expériences, que, pendant la vie ou après la mort, les parasites quittent avant tout le canal par les veines côliques.

Ajoutons que cette plus grande teneur de la région cæcale tant en microbes qu'en matériaux nocifs fait comprendre pourquoi les tares hépatiques succèdent de préférence aux processus qui portent sur ce territoire.

C'est heureusement à ce niveau que l'organisation intestinale se prête le mieux à la protection de l'économie contre ces poisons, les uns solubles dans l'alcool, les autres, plus importants, insolubles dans ce liquide. Cette protection est, du reste, d'autant plus nécessaire qu'en dépit de l'existence de quelques ferments utiles dans la lumière des côlons, dès que les aliments ont franchi la valvule de Bauhin, la nature les tient pour de la matière définitivement morte, inutile : la putréfaction commence.

L'examen histologique permet de reconnaître ce qu'a de spécial, à cet égard, la structure du gros intestin.

Dans la première partie, l'épithélium relativement allongé a les caractères des cel-

---

([1]) Le contenu des autres territoires exige des doses plus considérables.

lules actives; le noyau est plutôt basal, le protoplasma très granuleux; dans le rectum, qui devient un simple canal excréteur, cet épithélium est moins haut, son noyau plus superficiel, son contenu plus uniforme. En outre, dans le cœcum et le côlon ascendant, le tissu lymphoïde est abondant, plus régulièrement distribué que vers la fin de l'iléon, où ce tissu est surtout disposé par plaques.

L'expérience permet, d'ailleurs, de montrer le rôle de cette membrane.

On fait disparaître l'épithélium, soit en déterminant une entérite ou en liant des artérioles mésentériques, soit plus exactement en raclant mécaniquement la paroi interne ou mieux encore, suivant la méthode de Botazzi, en usant du fluorure de sodium. Cette chute de l'épithélium réalisée, on divise l'intestin en une série de segments égaux, enfermant dans chacun d'eux une même proportion de toxine diphtérique. Dans ces conditions, le rectum mis à part, on reconnaît que le fragment cæcal retient longtemps cette toxine et que la partie qui traverse sa paroi est plus atténuée que les liquides qui ont franchi les couches des autres segments.

En second lieu, si l'on mélange des quantités identiques de cette toxine diphtérique, de la muqueuse intestinale fraîche recueillie à différentes hauteurs et, d'autre part, de muscles, de foie, etc., on constate que la modification la plus profonde subie par ce produit bacillaire est celle que lui imprime cette muqueuse prise dans le cæcum ou la fin de l'iléon; cette membrane agit plus que le tissu musculaire, au moins autant que le parenchyme hépatique et, dans son action, l'expérience dégage deux facteurs : l'épithélium et avant tout les leucocytes.

En somme, tout concourt à établir combien, suivant les hauteurs, varient les fonctions de l'intestin, à quel point en Pathologie, générale et spéciale, son contenu est important et quel rôle joue la muqueuse.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'activateur de la philocatalase dans les tissus animaux.* Note de M. F. **Battelli** et Mlle L. **Stern**, présentée par M. A. Chauveau.

Le fait principal que nous avons constaté est le suivant. Dans les extraits aqueux des tissus animaux portés à l'ébullition on peut déceler la présence d'une substance qui a la propriété d'augmenter l'action de la philocatalase. Nous désignerons cette substance sous le nom d'*activateur de la philocatalase*.

On peut prouver de plusieurs manières cette action activante des extraits de tissus portés à l'ébullition. Le procédé le plus démonstratif est le suivant.

On prépare une anticatalase de rate dépourvue de philocatalase. Pour l'obtenir on acidifie l'extrait aqueux de rate par l'acide acétique. La pro-

portion la plus favorable nous a semblé être celle de 3 pour 1000 d'acide. On abandonne cet extrait acide pendant 48 heures à la température de 10°. La philocatalase est détruite dans l'acide en présence de l'air, l'anticatalase reste intacte. On concentre dans le vide à 45° à un dixième du volume primitif.

On fait agir cette anticatalase, débarrassée de philocatalase, sur la catalase, en présence d'une petite quantité d'extrait musculaire (de cheval, de cobaye, etc.) qui est riche en philocatalase. L'action de l'anticatalase sera faiblement entravée par la petite quantité de philocatalase existant dans l'extrait musculaire. Mais, si nous ajoutons un extrait de pancréas ou de foie porté à l'ébullition et filtré, nous constatons que la catalase est presque complètement protégée contre l'action destructive de l'anticatalase. L'action de la philocatalase du muscle a été considérablement augmentée par l'activateur contenu dans l'extrait de pancréas ou de foie porté à l'ébullition.

Exemple. — On prend quatre tubes (A, B, C, D) qui contiennent chacun 5^{cm^3} d'une solution de catalase décomposant 30^g de H^2O^2 pure, dans l'espace de 10 minutes. On ajoute à chaque tube 1^{cm^3} d'une solution d'anticatalase pure. Dans les tubes B et C on ajoute en outre 1^{cm^3} d'extrait musculaire frais de cheval correspondant à $0^g,20$ de muscle. Dans les tubes C et D on introduit 5^{cm^3} d'un extrait de pancréas de cheval porté à l'ébullition et filtré, correspondant à 1^g de pancréas. On place les tubes dans le thermostat à 38°. Au bout de 15 minutes on fait le dosage de la catalase dans les quatre tubes. Nous rapportons dans le Tableau suivant les valeurs relatives aux quantités de H^2O^2 (en grammes) détruites par le contenu de chaque tube dans l'espace de 10 minutes.

	Tube A.	Tube B.	Tube C.	Tube D.
	Catalase 5^{cm^3}	Catalase 5^{cm^3}	Catalase 5^{cm^3}	Catalase 5^{cm^3}
	Anticatalase 1^{cm^3}	Anticatalase 1^{cm^3}	Anticatalase 1^{cm^3}	Anticatalase 1^{cm^3}
	Eau 6^{cm^3}	Extrait muscul. 1^{cm^3}	Extrait muscul. 1^{cm^3}	Pancréas bouilli 5^{cm^3}
		Eau 5^{cm^3}	Pancréas bouilli 5^{cm^3}	Eau 1^{cm^3}
H^2O^2 décomposée	11^g	16^g	28^g	11^g

Ces résultats montrent que dans le tube B l'action protectrice de la philocatalase a été faible, la quantité de muscle ajoutée étant très petite. Dans le tube C l'action de la philocatalase du muscle a été considérablement augmentée par l'activateur contenu dans l'extrait de pancréas porté à l'ébullition. Dans le tube D l'activateur n'a exercé aucune action en l'absence de la philocatalase.

On peut obtenir une solution concentrée d'anticatalase, qui renferme en même temps de la philocatalase.

Pour préparer cette solution, on broie une rate de cheval, on ajoute trois volumes d'une solution d'acide acétique à 1 pour 1000. On filtre rapidement. On concentre immédiatement le filtrat dans le vide à 45°, jusqu'au dixième environ du volume primitif. Le liquide obtenu contient, à côté d'une grande quantité d'anticatalase, une certaine quantité de philocatalase. Si l'on ajoute de l'activateur de la philocatalase à ce liquide on constate que son pouvoir destructeur vis-à-vis de la catalase diminue considérablement ou cesse tout à fait.

La philocatalase, comme nous l'avons montré dans des recherches précédentes, a aussi la propriété de régénérer la catalase rendue inactive par l'anticatalase. Or ce pouvoir est aussi augmenté par l'addition de l'activateur, qui par lui-même n'a aucune action ni sur la catalase, ni sur l'anticatalase.

La philocatalase étant très répandue dans les tissus animaux, l'influence de l'activateur peut être démontrée en le faisant agir sur l'extrait de plusieurs organes.

Un fait intéressant est le suivant : on fait un extrait aqueux de foie de cobaye et l'on y dose la catalase. On ajoute à une partie de l'extrait frais de foie un extrait de foie, de pancréas, etc., porté à l'ébullition. On place le tout au thermostat pendant 15 minutes. On dose de nouveau la catalase. On constate presque toujours que la quantité de catalase a subi une augmentation considérable. Au lieu d'ajouter l'activateur de la philocatalase on peut aussi employer un extrait frais de muscles, et l'on obtient le même résultat, souvent même plus marqué. Si l'extrait frais de muscle ou l'extrait bouilli de pancréas sont ajoutés au moment même du dosage, sans un séjour préalable au thermostat, l'augmentation de la catalase n'a pas lieu dans l'extrait de foie de cobaye.

Ce résultat pourrait être expliqué en admettant qu'il existerait dans le foie un catalasogène qui, sous l'influence d'une substance renfermée dans le muscle ou dans le pancréas, se transformerait en catalase. Cette supposition n'est guère admissible. En fait, il s'agit de la régénération de la catalase rendue inactive par l'anticatalase du foie, soit pendant la vie, soit au moment de la mort, soit pendant les manipulations de la préparation de l'extrait.

Nous avons finalement comparé différents tissus quant à leur richesse en activateur de la philocatalase.

Chez le lapin les tissus examinés (foie, pancréas, rein, muscles, sang) ne diffèrent pas notablement au point de vue de la quantité d'activateur qu'ils renferment, mais la rate en est presque complètement dépourvue. Il existe en outre des différences individuelles.

Les recherches que nous avons faites ne nous ont pas permis jusqu'ici d'établir la nature de l'activateur de la philocatalase.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la préparation et les propriétés d'extraits protoplasmiques des globules du sang.* Note de MM. **Auguste Lumière, L. Lumière** et **J. Chevrotier**, présentée par M. A. Chauveau.

Il n'a été indiqué jusqu'ici, à notre connaissance, aucun procédé pratique permettant d'obtenir à l'état de pureté des extraits organiques renfermant uniquement le protoplasma des cellules du sang et complètement débarrassés du sérum et des stromas globulaires.

Dans cet ordre d'idées, M. Nicloux (1) a décrit une méthode d'extraction des substances cytoplasmiques, mais cette méthode, dont le principe est analogue à celui que nous employons depuis plusieurs années pour les tissus animaux, n'a été appliquée par cet auteur qu'au traitement des cellules végétales.

Pour isoler les substances protoplasmiques des cellules du sang, nous opérons de la façon suivante :

Le sang, recueilli par saignée, est immédiatement mélangé à un liquide isotonique afin d'éviter le passage dans le sérum des substances actives des globules et de conserver celles-ci intactes.

Le mélange est fait dans la proportion de 1^l de sang pour 20^l de liquide et, à cette dilution, la coagulation ne peut s'effectuer.

Ce mélange est soumis à une centrifugation énergique à l'aide d'un centrifugeur spécialement construit à cet effet, dans lequel la vitesse tangentielle atteint au moins 100^m à la seconde.

On recueille les globules après décantation du liquide qui surnage et on les lave plusieurs fois dans la liqueur isotonique.

Après avoir ramené la masse au volume primitif du sang mis en œuvre, par addition d'eau distillée, on la soumet à plusieurs congélations brusques et successives suivies de réchauffement à 35°, qui ont pour effet de briser les enveloppes des éléments cellulaires et de mettre en liberté les substances contenues dans le protoplasma.

---

(1) *Comptes rendus,* 1904, p. 1112.

Pour se débarrasser des débris de cellules, on procède à une nouvelle centrifugation et le liquide décanté est rendu isotonique par addition de chlorure de sodium, puis filtré à la bougie et conservé dans des flacons stérilisés.

Ces opérations s'effectuent, bien entendu, avec toutes les précautions de l'asepsie la plus rigoureuse. On s'assure d'ailleurs qu'aucune faute n'a été commise au cours des opérations indiquées en portant les flacons à l'étuve à 40° pendant 48 heures au moins et en constatant qu'ils conservent leur parfaite limpidité.

Ainsi préparé, l'extrait auquel nous avons donné le nom d'*hémoplase* se présente sous forme d'un liquide rutilant qui se conserve pendant fort longtemps; six mois, et même un an après sa préparation, il n'a donné ni précipité, ni dépôt, et sa couleur n'a pas subi de changement notable.

L'hémoplase placée dans le vide perd rapidement l'oxygène fixé par l'hémoglobine et prend une teinte violet noir. Dès qu'elle est agitée à l'air, elle se réoxyde et redevient rouge.

Elle possède des propriétés oxydasiques très marquées et qui peuvent être mises en évidence par la teinture de gaïac, les solutions de gaïacol, de paraphénylène-diamine, de pyrogallol et d'hydroquinone.

Nous avons préparé des extraits protoplasmiques avec du sang de divers animaux et plus spécialement l'âne et le mouton.

Ces produits n'ont qu'une toxicité très limitée. Nous n'avons pu parvenir à tuer un lapin en lui injectant dans la veine marginale de l'oreille jusqu'à 250$^{cm^3}$ d'extrait.

Les cobayes, lapins, chiens normaux auxquels l'hémoplase a été administrée soit par voie sous-cutanée, soit en injections intraveineuses, n'ont présenté aucun phénomène anormal. C'est à peine si l'on peut constater, dans quelques cas, une élévation de température de quelques dixièmes de degré, 3 ou 4 heures après les injections. A doses massives et répétées, le produit n'a aucune action sur le rein.

De nombreux essais cliniques qui seront ultérieurement publiés ont démontré que l'hémoplase est douée d'un pouvoir antitoxique et d'une action tonique et stimulante remarquables, susceptibles d'importantes applications en thérapeutique.

Nous nous proposons de poursuivre l'étude complète des propriétés de l'hémoplase des animaux normaux et d'étudier celles de l'hémoplase provenant d'animaux immunisés, en comparant les pouvoirs antitoxiques du sérum et de l'extrait protoplasmique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Activation du suc pancréatique pur sous l'influence combinée des colloïdes et des électrolytes*. Note de M. **Larguier des Bancels**, présentée par M. Dastre.

Il est commode de distinguer dans le problème général de la chimie des colloïdes les diverses questions suivantes, qui se coordonnent naturellement les unes aux autres :

1° Influence des électrolytes sur les colloïdes;

2° Action mutuelle de deux colloïdes;

3° Influence des électrolytes sur l'action mutuelle de deux colloïdes;

4° Action mutuelle de trois colloïdes, etc.

L'examen de ces divers points comporte des applications immédiates dans l'étude des phénomènes d'ordre diastasique, comme l'a bien montré M. Victor Henri dans toute une série de Communications et de Mémoires.

J'ai étudié précédemment l'influence des électrolytes sur l'action mutuelle de deux colloïdes. Il convient, sur ce point, de distinguer deux cas : 1° les colloïdes sont de signe électrique opposé : l'addition d'un électrolyte convenable permet, en général, de dissocier le complexe résultant du mélange de deux colloïdes (voir *Comptes rendus*, séance du 19 juin 1905); 2° les deux colloïdes sont du même signe, mais de stabilité différente, par exemple, la gélatine, d'une part, le bleu d'aniline ou le rouge Congo, de l'autre. On constate dans ce cas que l'addition d'un électrolyte capable de précipiter le colloïde instable détermine la fixation d'une portion notable de celui-ci sur le colloïde stable. L'électrolyte joue donc le rôle de mordant.

Je me suis efforcé de tirer parti de ces résultats dans l'étude de la digestion tryptique.

La plupart des auteurs admettent que le suc pancréatique pur est incapable de digérer l'albumine d'œuf coagulée par la chaleur et que ce suc ne devient actif qu'après addition de macération intestinale ou d'autres extraits organiques (rate, levure de bière, bactéries, leucocytes, venins, etc.).

J'ai constaté, au contraire, qu'il est possible d'activer le suc pancréatique pur, sans recourir aux kinases naturelles, à l'aide de colloïdes et d'électrolytes convenablement choisis.

Soient des cubes d'albumine plongés pendant 24 heures dans une solu-

tion de bleu de toluidine et lavés ensuite à l'eau distillée; le suc pancréatique pur ne les attaque pas; ce même suc, additionné de différents électrolytes, devient capable de les digérer complètement.

Expérience du 4 juillet. — Suc pancréatique de chien obtenu après injection de sécrétine. Cubes d'albumine d'environ $0^{g},25$ plongés pendant 24 heures dans une solution de toluidine à 0,02 pour 100. Les cubes sont placés dans les mélanges suivants, additionnés d'un peu de toluène, et mis à l'étuve à 39°.

		Après 18 heures.
1.	2^{cm^3} suc panc. + 8 gouttes azot. baryum sol. sat.	Digestion complète.
2.	» + » sulfate ammon. sol. sat......	Pas de digestion.
3.	» + » eau......................	Pas de digestion.

Expérience du 6 juillet. — Mêmes conditions.

		Après 18 heures.
1.	2^{cm^3} suc panc. + 8 gouttes azot. baryum sol. sat....	Digestion presque complète.
2.	» + » azot. calcium sol. sat....	Digestion presque complète.
3.	» + » azot. magnésium sol. sat.	Digestion presque complète.
4.	» + » azot. ammonium sol. sat.	Pas de digestion.
5.	» + » sulfat. ammonium sol. sat.	Pas de digestion.
6.	» + » eau	Pas de digestion.

Expérience du 4 juillet. — Les cubes sont plongés dans une solution de rouge de Magdala. Mêmes conditions d'expériences.

		Après 18 heures.
1.	2^{cm^3} suc panc. + 8 gouttes azot. baryum sol. sat....	Digestion presque complète.
2.	» + » sulf. ammonium sol. sat.	Pàs de digestion.
3.	» + » eau	Pas de digestion.

D'autre part, les mêmes mélanges de suc pancréatique et d'électrolyte n'agissent pas sensiblement pendant le même temps, sur des cubes d'albumine comparables, mais non colorés.

J'ai étudié l'influence des colloïdes suivants : bleu de toluidine, rouge de Magdala, violet de méthyle, bleu de méthyle, bleu d'aniline, rouge Congo. Le bleu de toluidine et le rouge de Magdala se sont montrés particulièrement actifs.

Il convient de remarquer que la quantité de colloïde fixée sur l'albumine est extrêmement faible. Des comparaisons jusqu'ici effectuées il résulte que les cubes d'albumine colorés au bleu de toluïdine ne contenaient pas plus de $0^{mg},012$ de cette substance, c'est-à-dire le $\frac{1}{20000}$ de leur poids.

En résumé, un suc pancréatique inactif devient, après addition de certains électrolytes, capable de digérer l'albumine imprégnée d'un colloïde convenable. L'addition de l'électrolyte au suc pancréatique et le traitement préalable de l'albumine par le colloïde paraissent être les conditions nécessaires et suffisantes de la digestion.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la maltase du suc pancréatique de sécrétine.* Note de MM. **H. Bierry** et **E.-F. Terroine**, présentée par M. Dastre.

Tandis que les auteurs sont d'accord pour reconnaître dans les macérations pancréatiques la présence de la maltase, les traités les plus récents indiquent que le suc lui-même ne contient que de l'amylase. En effet, si l'on recueille chez le chien, par fistule du canal de Wirsung et injection de sécrétine, du suc pancréatique et qu'on en mette en présence d'une solution de maltose on ne constate aucune hydrolyse au bout de 5, 10 heures et même plus à l'étuve à 38°, tandis que dans les mêmes conditions la saccharification de l'amidon est considérable.

D'une part, les macérations d'organes contiennent toujours un peu de sang, lequel contient de la maltase, d'autre part, le suc pancréatique de sécrétine est alcalin aux réactifs colorants (tournesol, phénol-phtaléine, lacmoïde, acide rosolique) et se montre par les méthodes électrométriques correspondant à une solution de KOH à $\frac{n}{10000}$, ainsi qu'il ressort des recherches de M. Foà.

La maltase était-elle due à la présence du sang, ou bien existant réellement dans le suc son action était-elle entravée par l'alcalinité?

Or les macérations de pancréas d'animaux saignés à blanc et lavés par la veine cave à l'eau physiologique contiennent encore de la maltase. Restait la seconde hypothèse. L'expérience est venue la confirmer pleinement : le suc pancréatique amené à la neutralité ou à une très légère acidité au tournesol à l'aide d'acide acétique (acidité entre $\frac{n}{10000}$ et $\frac{n}{100000}$ en HCl), détermine assez rapidement la transformation du maltose en glucose.

Expérience :

I. 5$^{cm^3}$ suc pancréatique	+ 30$^{cm^3}$	de solution de maltose à 3 pour 100 sans eau distillée, très légèrement acide au tournesol (acide acétique).
II. 5$^{cm^3}$ »	+ 30$^{cm^3}$	bouilli et amené après refroidissement à la même acidité (acide acétique).
III. 5$^{cm^3}$ »	+ 30$^{cm^3}$	solution de maltose dans eau distillée.

Les trois flacons sont laissés 4 heures à l'étuve à 38°.

Les liqueurs sont ensuite traitées par le nitrate mercurique, examinées au polarimètre et additionnées de phénylhydrazine. (La méthode polarimétrique et l'examen des osazones permettent d'affirmer la transformation de $\frac{1}{10}$ au moins du maltose primitif.)

L'hydrolyse du maltose est manifeste dans I et dans I seulement.

Nous avons essayé l'action de quantités croissantes de suc pancréatique non acidifié : 2^g de maltose dissous dans 50^{cm^3} d'eau distillée et additionnés de toluène sont mis à l'étuve à 38°, avec 5^{cm^3}, 10^{cm^3}, 15^{cm^3} et 20^{cm^3} de suc pancréatique normal. Au bout de 10 heures aucun dédoublement. Au bout de 20 heures on constate la présence de glucose seulement dans les flacons contenant 15^{cm^3} et 20^{cm^3} de suc pancréatique.

Il était intéressant de voir l'action du suc pancréatique acidifié et non acidifié à dose faible sur l'amidon.

Expérience :

I. 3^{cm^3} suc pancréatique + 100^{cm^3} d'empois d'amidon à 2 pour 100.
II. 3^{cm^3} » + 100^{cm^3} d'empois d'amidon à 2 pour 100, légèrement acidifié à l'acide acétique.

Au bout de 3 heures, à l'étuve à 38°, la transformation de l'amidon en glucose était presque complète dans II; on ne constatait pas trace de glucose dans I.

Ainsi, tandis que des doses relativement fortes de suc pancréatique normal sont incapables de dédoubler le maltose en 20 heures, des doses relativement faibles de suc légèrement acidulé par l'acide acétique déterminent rapidement l'hydrolyse. Dans les mêmes conditions d'acidité, la transformation de l'amidon en glucose se fait très vite.

BACTÉRIOLOGIE. — *De la décomposition des albuminoïdes par les* Cladothrix (*Actinomyces*). Note de M. E. MACÉ.

Dans le sérum sanguin liquide, le *Cladothrix chromogenes* (alias *Actinomyces chromogenes*) se développe bien, brunissant fortement le milieu et produisant cette odeur spéciale à plusieurs des espèces du même type, intermédiaire entre l'odeur de terreau et l'odeur de moisi, que j'ai signalée ici même il y a longtemps [*Sur les caractères de cultures des* Cladothrix (*Comptes rendus*, 4 juin 1888)].

Après plusieurs mois, le milieu est devenu bien plus fluide, ne prend plus en gelée par la chaleur, mais donne simplement, par l'ébullition, un léger précipité floconneux.

Ce liquide contient de l'ammoniaque, des propeptones, pas d'indol. Il montre un dépôt blanchâtre, cristallin, abondant, qui, par agitation lui donne un aspect pailleté, miroitant.

Les petits cristaux sont surtout de la tyrosine en longues aiguilles isolées et principalement en pinceaux simples ou composés, puis des sphérocristaux de leucine et enfin, en moins grand nombre, des prismes rectangulaires minces, aplatis, de glycocolle.

Cette espèce, très abondante dans la terre arable, apparaît comme un des facteurs puissants de la transformation des matières albuminoïdes et, vraisemblablement, de la production des composés ulmiques.

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains tertiaires de l'Ouennougha et de la Medjana* (*Algérie*). Note de MM. **E. Ficheur** et **J. Savornin**, présentée par M. Michel Lévy.

La chaîne de l'Ouennougha constitue, à 50^{km} environ au Sud du Djurjura, une ligne orographique de premier ordre, limitant au Sud la dépression d'Aumale à Mansourah, et bordant la partie Nord-Ouest du bassin du Hodna. Le relief en est formé par une succession de larges croupes arrondies ou de sommets faiblement découpés, presque totalement dénudés.

La structure d'une partie de cette chaîne a été récemment précisée par l'un de nous (¹), qui a fait ressortir l'influence des noyaux jurassiques et crétaciques, résultant de l'arasement des plis anté-tertiaires, sur la tectonique complexe des principaux massifs.

Dans toute la partie occidentale, du Djebel Dira (Aumale) au Djebel Taguedit et Djebel Ahlala, les sommets culminants sont formés de puissantes assises de grès quartzeux, surmontant des argiles schisteuses, parfois de teinte violacée, à petits lits de grès et quartzites feuilletés, dont l'ensemble est rapporté à l'un des étages de l'Éocène supérieur, désigné par l'un de nous sous le nom de *Medjanien* (²).

Ces assises éocènes, souvent réduites à leur partie inférieure, s'étendent vers l'Est jusqu'au Djebel Ben-Zid et se prolongent avec de larges inter-

---

(¹) Savornin, *Esquisse orogénique des chaînons de l'Atlas au Nord-Ouest du Chott-el-Hodna* (*Comptes rendus*, 16 janv. 1905).

(²) Ficheur, *Notice géologique sur la Kabylie* (1892) et *Publications ultérieures*.

ruptions, par le Djebel Mzita dans les monts de la Medjana. Mais elles paraissent avoir pour limites, au Sud, les massifs culminants du Choukchott et du Djebel Mansourah, dont les grès appartiennent à une formation postérieure.

Les études récentes faites par l'un de nous, et dont les résultats ont été contrôlés dans des courses communes, ont conduit à rapporter les grès du Choukchott et du Mansourah au Miocène inférieur qui se présente ici avec un facies spécial à cette région, et avec des caractères lithologiques que les précédents observateurs n'avaient pas hésité, en l'absence de fossiles, à rattacher à l'Éocène supérieur.

Il convient de rappeler que le Miocène cartennien était connu dans la région par quelques lambeaux espacés, fossilifères, paraissant indépendants des assises de grès quartzeux qui forment les masses montagneuses. L'extension reconnue de l'horizon fossilifère de cet étage sur le versant Sud de la chaîne, avec un développement de près de 80^{km}, est venue apporter un élément précis de détermination.

Les assises de la base du *Cartennien* sont très variables suivant les points; elles peuvent se remplacer mutuellement, ou même faire défaut, par suite d'une légère transgression des assises supérieures qui les surmontent toujours en parfaite concordance. Ce sont tantôt des dépôts littoraux, poudingues à ciment calcaire, avec perforations de lithodomes sur les roches crétaciques du substratum; tantôt des calcaires à lithothamnium, avec pectinidés et ostracées; parfois des calcaires à échinides (Clypéastres) qui offrent une remarquable similitude d'aspect avec les roches du Turonien et du Sénonien. Ce facies subrécifal à échinides, que l'on retrouve sur bien des points de la zone miocène de la chaîne du Hodna (Bou-Thaleb), et du Djebel Touggour de Batna, est très localisé et se trouve généralement remplacé ou surmonté par un horizon de grès calcarifères, souvent tachetés de glauconie, qui constitue le niveau le plus constant et le plus caractéristique du Cartennien [1] avec de nombreux fossiles, notamment des pectinidés : *Pecten numidus, P. Vindascinus, P. Pomeli, P. Burdigalensis,* etc.

Au-dessus se développe une puissante série d'assises, alternativement formées d'argiles et de grès; les argiles sont à peine feuilletées, grises, noires ou verdâtres, avec plaquettes gréseuses, renfermant à la base quelques fossiles, parmi lesquels nous avons recueilli *Clypeaster crassicostatus* Pomel. Les grès sont distribués en grandes barres parallèles, échelonnées en gradins réguliers; la puissance totale de l'assise peut atteindre 400^{m} à 500^{m}.

---

(1) SAVORNIN, *Structure du Djebel Madhid et du Talemtaga* (*B. S. g. de France,* 1904, p. 144).

Les grès sont quartzeux, jaunâtres, à surface souvent impressionnée de lignes sinueuses et fréquemment couverte d'une patine noirâtre; ils sont distribués en gros bancs dont les blocs éboulés ont un aspect uniforme.

L'allure de ces assises est régulière sur le versant Sud de la chaîne, tandis que, sur les pentes inférieures du versant Nord, les bancs sont disloqués, enfaillés et même refoulés sous le Sénonien.

Le Cartennien ainsi constitué s'étend sur 60^{km} environ de l'Ouest à l'Est, avec une largeur d'une dizaine de kilomètres, occupant les massifs culminants signalés, tandis qu'en dehors de ces montagnes l'étage n'est plus représenté que par l'assise inférieure.

Il semble bien, ainsi que l'un de nous l'a fait remarquer (1), que cette série d'assises du Cartennien, d'épaisseur inusitée, corresponde à un dépôt formé dans un géosynclinal en voie d'affaissement continu, qui s'est produit sur l'emplacement des dômes crétaciques à noyau jurassique.

Les deux divisions caractéristiques de l'Éocène du Titteri comprenant : 1° les argiles et calcaires à silex de l'Éocène inférieur; 2° les argiles et grès calcarifères à *Ostrea bogharensis*, se trouvent représentées par des zones démantelées, parfois jusqu'à complète disparition, avant le dépôt du Medjanien. Ces couches à *Ostrea bogharensis*, avec nummulites lisses du groupe de *N. planulata*, s'étendent vers l'Est, au voisinage d'El-Achir, à 7^{km} ou 8^{km} seulement au Sud des affleurements de grès calcaires, calcaires-brèches et petits poudingues de la base de l'Éocène moyen qui présente ici, au Drâ-Dilmi, près de Bordj-Medjana, le facies du Lutécien inférieur du Djurjura (étage infra-nummulitique). La proximité de ces assises de facies bien différents ne permet guère de les placer sur le même horizon et laisse douteuse l'attribution à l'Éocène moyen des couches à *Ostrea bogharensis* du Titteri (2).

Enfin, des îlots très espacés de conglomérats aquitaniens, à débris de grès medjaniens, passant sous le Cartennien, viennent confirmer l'attribution stratigraphique et témoigner encore de l'intensité des érosions antémiocènes dans cette région qui constitue, ainsi que nous l'avons montré, un point de rebroussement des grandes directions de plissement de l'Atlas.

---

(1) Savornin, *Esquisse orogénique*, etc.

(2) Pervinquière, *L'Éocène en Tunisie et en Algérie* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 1902).

PÉTROGRAPHIE. — *L'origine de la* protogine *de Corse.*
Note de M. DEPRAT, présentée par M. A. Lacroix.

Dans sa carte géologique de Corse à l'échelle de $\frac{1}{320000}$, M. Nentien a noté sous la rubrique *protogine* une longue bande de terrains bordant la limite entre la Corse éruptive et la Corse sédimentaire, parties si nettement différentes l'une de l'autre. Il a considéré cette bande comme appartenant à une même série éruptive, « d'un âge spécial, probablement plus récent que celui des autres roches éruptives anciennes ».

M. Nentien a très bien indiqué le caractère spécial de ces roches ainsi que leur extension. Il y reconnaît un type tendant à la gneissicité, très clastique, et où parfois la *structure en mortier* est nette; il ajoute que la structure est tantôt plus voisine de celle de la granulite, tantôt de celle du granite.

Ces roches sont remarquablement localisées dans une bande allongée, de 90^{km} environ d'étendue, de la région des Ægriates à l'extrémité sud de l'arête des montagnes de Verde; sa largeur est très variable. Nous ferons remarquer qu'*elle jalonne exactement* la bordure de la région sédimentaire extrêmement plissée. J'ai eu cette année l'occasion de relever de nombreuses coupes à travers cette bande qui constitue une partie des plus hauts sommets de l'île et j'ai pu arriver aux considérations suivantes.

Si l'on remonte une des vallées transversales qui vont de la côte occidentale à l'arête centrale des grands sommets, par exemple de l'embouchure de la Liscia au mont d'Oro, on traverse constamment de grands massifs de roches anciennes très intéressants comme variétés pétrographiques, mais d'allure parfaitement tranquille. Or, en se rapprochant de la ligne de faîte centrale, on est frappé de voir les roches éruptives, quelles qu'elles soient, prendre fréquemment un aspect légèrement bréchoïde disloqué, qui augmente de plus en plus vers l'est, de sorte qu'au voisinage de la région sédimentaire plissée, les roches granitiques anciennes sont broyées, laminées, au point de prendre un aspect finement schisteux, tel qu'à l'œil nu tous les types paraissent ne plus appartenir qu'à une même variété. Il y a là en réalité des types fort différents dont j'aurai l'occasion de faire ultérieurement une étude plus détaillée.

C'est par degrés insensibles que cet écrasement des roches se manifeste; au début, c'est-à-dire à l'Ouest, il n'est pas visible à l'œil nu et ne se montre qu'au microscope : les feldspaths sont alors brisés et ressoudés par de petits fragments bréchoïdes. Puis

cette structure bréchoïde devient visible à l'œil nu; enfin, tout à fait au voisinage de la région sédimentaire, l'écrasement est complet; le quartz fragmenté, concassé, montre des extinctions roulantes, les feldspaths sont complètement broyés; les micas très souvent chloritisés sont allongés dans la pâte bréchoïde. J'ai pu observer ainsi toute une série d'échantillons montrant l'écrasement progressif depuis le granite normal jusqu'au granite complètement broyé et laminé. La montée du col d'Acceia dans le Sbout Kruzzini entre les massifs du mont d'Oro et du mont Rotondo en fournit une excellente série.

La roche éruptive, aux points où elle atteint son maximum de déformation, c'est-à-dire au voisinage de la zone sédimentaire plissée orientale, est non pas plissée elle-même mais composée de véritables écaillements, excessivement nombreux, véritables petits charriages et que nous ne saurions comparer mieux qu'aux brèches de friction décrites dans le granite de Moiné-Mendia (Basses-Pyrénées) par M. Termier.

Dans cette zone d'écrasement, tous les filons sont rompus par endroits, décrochés. Souvent ils disparaissent entièrement étirés; des diorites incluses en massifs ont pris par endroits l'allure de schistes amphiboliques pourvus au microscope d'un facies clastique remarquable.

Dans la région septentrionale de Corse, M. Maury a récemment indiqué dans la *protogine* de la chaîne du Tenda des effets tectoniques considérables; ce fait est très intéressant, car il vient à l'appui de notre façon de voir, cette région étant le prolongement de la grande bande protoginique centrale et ayant été exposée aux mêmes efforts de refoulement.

Nous conclurons de la manière suivante : *la protogine de Corse, localisée au contact de la région sédimentaire extraordinairement plissée et de la région éruptive occidentale, ne forme pas une venue éruptive spéciale, mais n'est autre chose qu'un ensemble de roches anciennes identiques aux différents types éruptifs de l'île (granites, granulites, etc.) formant une bande broyée et laminée au contact de la région plissée.* Ces faits sont d'autant plus nets que, comme nous l'avons déjà dit, on voit les roches déformées passer au type normal par toutes les transitions possibles.

Le mécanisme de ce phénomène d'écrasement et de laminage de la bordure du grand massif éruptif ancien paraît dès lors bien peu difficile à expliquer. L'intensité des refoulements contre le massif éruptif qui forme la plus grande partie de la Corse et qui a selon nous amené certainement sur lui la translation de puissantes masses de charriage a agi par son énergie sur ce massif résistant lui-même. La masse homogène des roches éruptives, peu susceptible de se plisser, s'est brisée, broyée, laminée sur une épaisseur assez considérable sous l'influence de la masse sédimentaire refoulée sur elle; cette dernière a joué là un véritable rôle de masse active écrasante sur la masse éruptive passive. On comprend dès lors que l'on voie ce

broyage diminuer d'intensité et les roches éruptives reprendre peu à peu leur facies normal à mesure que l'on s'éloigne de la région sédimentaire plissée.

L'extension de ces phénomènes a été considérable, puisqu'ils se sont produits sur toute la longueur de la zone de contact de la région éruptive et de la région sédimentaire refoulée contre et probablement aussi sur elle ([1]).

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Vérification des altitudes barométriques par la visée directe des ballons-sondes.* Note de M. **L. Teisserenc de Bort**, présentée par M. Mascart.

La détermination d'un certain nombre de trajectoires de ballons-sondes a été faite par visées de théodolite à l'Observatoire de Trappes en se servant de la base organisée pour l'étude des nuages. Ces visées offrent un grand intérêt comme fournissant de très bonnes mesures des courants aériens et permettant la détermination précise de l'altitude des ballons; mais elle exige un ciel peu nuageux et ne peut guère être employée que pour des lancers de jour. C'est ce qui explique que, de juin 1895 à juin 1897, nous ayons seulement 60 ascensions avec visées, tandis que nous avons lancé plus de mille ballons-sondes, presque tous pendant la nuit, pour éviter les erreurs dues à l'insolation.

Le premier problème que je me suis proposé d'étudier, c'est la concordance entre les altitudes calculées par le baromètre et celles qui sont déterminées par triangulations et qui sont évidemment plus sûres.

Le Tableau suivant montre le degré de concordance obtenu pour les altitudes maxima des ballons. On y a fait figurer aussi les nombres donnés par le baromètre et les visées à quelques milliers de mètres au-dessous du point de culmination du ballon.

([1]) Certaines observations récentes montrent surabondamment quelle a été l'intensité des phénomènes de plissements. Ainsi, je rappellerai que M. E. Maury a signalé récemment, près de Moltifao, un pli synclinal renversé occupé par l'Eocène sur leque chevauche la granulite.

	Différence V — B.	Altitude maxima. V. Altitude par visées.	B. Altitude barométrique : Montée.	Différence V — *m*.	Altitude maxima. V. Altitude par visées.	*m*. Altitude barométrique : Montée.	*d*. Descente.	
7 avril 1898.....	— 50	7300	7250	»	»	»	»	»
2 juin 1899.....	—200	14240	14040	— 400	10000	9600	»	»
29 juillet 1899....	—440	14800	14360	— 130	10000	9870	10220	»
21 octobre 1899..	— 60	8860	8800	—1000	4000	3000	4880	»
26 octobre 1899..	—130	14000	13870	— 80	10000	9920	»	»
21 avril 1900.....	+160	12600	12760	»	8000	8300	»	»
12 mai 1900......	—150	5480	5330	»	»	»	»	»
18 juin 1900.....	— 120	12580	12460	»	8000	8400	»	»
21 février 1902...	—160	12140	11980	— 260	8500	8240	»	»
19 mars 1902....	—280	13780	13500	— 300	11000	10700	10900	120
18 février 1903...	—180	13040	12860	— 900	9000	8100	»	»
31 août 1903.....	+150	16000	16150	+ 100	12000	12100	»	»

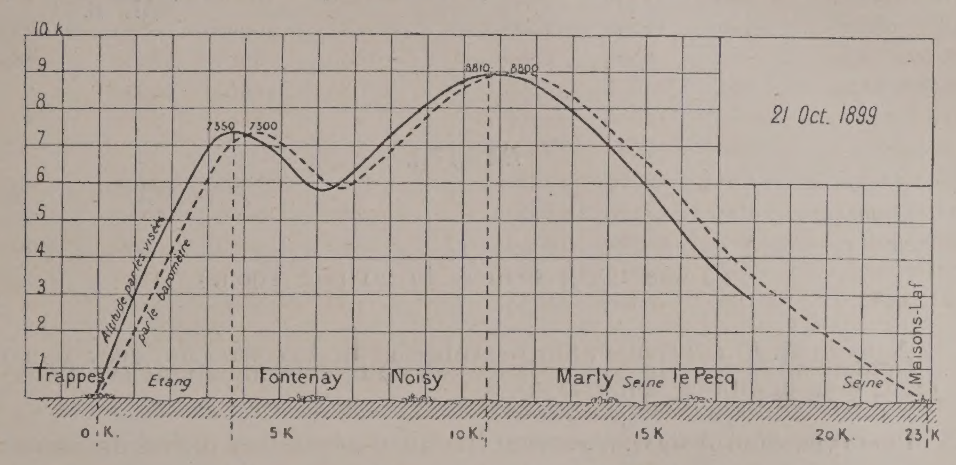
Comme on le voit, la concordance des deux déterminations est d'environ $\frac{1}{50}$ de l'altitude totale.

Les différences observées peuvent être attribuées à deux ordres de causes : 1° les imperfections de l'organe barométrique ; 2° les différences entre la décroissance réelle de la pression et celle qui résulte de la formule barométrique (gradient vertical). Dans l'état actuel de nos instruments, les différences dues à la seconde cause ne peuvent être décelées par les ballons-sondes que dans des cas exceptionnels.

L'étude des écarts entre les hauteurs barométriques et trigonométriques (par triangulation) nous permet de discerner quelques-unes des causes de l'imperfection des instruments. Bon nombre de baromètres présentent un retard dans les indications qui vient de l'élasticité imparfaite de la boîte métallique formant baromètre. Ce retard conduit à trouver des altitudes trop faibles à la montée et trop fortes à la descente, tandis que l'altitude au point maximum, qui est atteinte après une période où le ballon monte très lentement, est assez voisine de celle qu'on obtient par les visées, le baromètre ayant eu le temps de se mettre en équilibre.

La trajectoire du ballon du 21 octobre 1899, que nous reproduisons ici, montre clairement l'effet de l'inertie. A cause de la forme même de la courbe, il y a quatre points où les altitudes par visées sont les mêmes que par le baromètre.

A côté de ces résultats, qui seraient assez satisfaisants dans la pratique, certaines coquilles barométriques, qui ne diffèrent en rien en apparence des autres, donnent des hauteurs qui s'écartent de plus en plus de celles qui sont déterminées directement, en sorte que l'erreur d'altitude croît avec la hauteur. Il semble que ces derniers instruments sont influencés par l'abaissement de température auquel le baromètre est soumis.



Maintenant que les grands traits de la Météorologie de l'atmosphère libre sont connus et qu'on commence à aborder l'étude des détails, il devient absolument nécessaire d'employer des instruments plus rigoureux ; l'étalonnage sous la machine pneumatique qui est pratiqué avant et après l'ascension ne suffit pas, mais il faut déterminer la bonne marche des coquilles dans les conditions mêmes où elles se trouvent pendant les ascensions; nous indiquerons ultérieurement ce qui peut être fait pratiquement pour cela.

PHYSIQUE DU GLOBE. — MM. **Kilian** et **Paulin** adressent, de Grenoble, à la date du 10 juillet, la dépêche suivante :

Sismographe Kilian-Paulin a enregistré, hier, 10^h5^m matin, secousse sismique, direction Nord-Sud.

M. P. **Hachet-Souplet** adresse une Note sur *Un nouveau procédé expérimental en Psychologie zoologique.*

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

M. **Joan R. Finga** adresse une Note, en langue roumaine, *Sur l'Aérostation*.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

La séance est levée à 4 heures et quart.

M. B.

ERRATA.

(Tome CXL, séance du 26 juin 1905.)

Note de M. *Ernest Solvay*, Sur le problème dit du *travail statique* : démarrage; considérations générales :

Page 1722, dernière ligne, *lisez*

$$(\mathrm{A})\, m v_0 \theta = m\theta . v_0 = m\theta . g\theta = \begin{cases} (\mathrm{B}_1)\, \mathrm{M} . g\theta = \mathrm{M} v_0 = (\mathrm{B}_2)\, \mathrm{M} v_u . \theta . \\ (\mathrm{C})\, \mathrm{M} g . \theta = \mathrm{P} . \theta . \end{cases}$$